Canada

Health and Welfare Canada

Santé et Bien-être social Canada

84-EHD-105

Environmental Radioactivity in Canada – 1982

85-4721/

RADIOLOGICAL MONITORING

ANNUAL REPORT

ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY IN CANADA

1982

Environmental Health Directorate

Health Protection Branch

Published by authority of the

Minister of National Health and Welfare

84-EHD-105

COPIES OF THIS REPORT CAN BE OBTAINED FROM

Public Affairs Directorate,

Department of National Health and Welfare,

Brooke Claxton Building,

Ottawa K1A 0K9

Également disponible en français sous le titre:

"La radioactivité ambiante au Canada 1982"

ACKNOWLEDGEMENTS

This report describes work conducted under the direction of D.P. Meyerhof by the Environmental Radiation Hazards Division of the Radiation Protection Bureau. E.G. Létourneau, Bureau Director, is thanked for his support of the program.

The report was edited by B.L. Tracy with contributions from R.G. McGregor and J.M. Quinn. The radiochemical analyses were carried out by W.G. Awrey, C.D. Barclay, G.P. Dumouchel, K.R. Dupras, B. Gillies, L.C. Hynes, M.A. Iamello, J.M. Lahey, M.E. Lescot, A.Y. Lin, A. Mattioli, A.E. Moreira, C.E. Torrens and W.B. Walker. The graphs and tables were prepared with the assistance of J.G. Burns, N.J. Hambrook and E. Veska.

The cooperation of Environment Canada, Agriculture Canada, The Department of National Defence, provincial departments, municipalities and private individuals in obtaining the samples is gratefully acknowledged.

ABSTRACT

The radiological surveillance program of the Department of National Health and Welfare is conducted for the purpose of determining levels of environmental radioactivity in Canada and assessing the resulting population exposures. Special investigations were carried out during 1982 on metabolism of natural radionuclides and on the accumulation of radon in energy-efficient homes. The pre-operational phase of the monitoring program at the Point Lepreau Nuclear Generating Station was completed. Dose commitments have been estimated for the ongoing natural radioactivity, fallout and reactor studies. All measurements made during the year are below the limits recommended by the International Commission on Radiological Protection.

TABLE OF CONTENTS

	Page
INTRODUCTION	1
RESEARCH PROJECTS, B.L. Tracy	2
- Energy Impact Study	2
- Uranium Emissions in Port Hope	2
- Uranium Toxicity Study	3
- Natural Radionuclides in Human Bone	3
RADIOACTIVITY FROM FALLOUT, D.P. Meyerhof	5
- Surface Air and Precipitation	5
- Milk	5
RADIOACTIVITY FROM NUCLEAR REACTORS	6
- Air Water Vapour	6
- Water	7
- Milk	7
- Ginna Nuclear Generating Station	8
- Point Lepreau Nuclear Generating Station	8
- Aerial Surveys	9
- McMaster University	10
- Nuclear Vessels	10
EXTERNAL RADIATION EXPOSURE, J.M. Quinn	11
NATURAL RADIOACTIVITY, R.G. McGregor	12
- Drinking Water	12
- Radon Studies	13
METHODS DEVELOPMENT AND INSTRUMENTATION, J.M. Quinn	14
SUMMARY	15
REFERENCES	16
REPORTS AND PRESENTATIONS	18
TABLES	19
FIGURES	35

LIST OF TABLES

		Page
1.	Gross Beta Activity in the Canadian Air Monitoring Network	19
2.	Gross Beta Activity in the Canadian Precipitation Monitoring Network	20
3.	Cesium-137 in the Canadian Milk Monitoring Network	21
4.	Off-site Monitoring of Nuclear Reactor Environs -- Tritium in Air Water Vapour	22
5.	Off-site Monitoring of Nuclear Reactor Environs -- Cesium-137 in Untreated Water	23
6.	Off-site Monitoring of Nuclear Reactor Environs -- Strontium-90 in Untreated Water	24
7.	Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station -- Tritium in Air Water Vapour Samples Collected by the New Brunswick Electric Power Commission	25
8.	Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station -- Tritium in Water Vapour Samples Collected by the Environmental Radiation Hazards Division	26
9.	Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station -- Radionuclides in Drinking Water	27
10.	Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station -- Radionuclides in Milk	28
11.	Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station -- Radionuclides in Biota	29
12.	External Radiation Dose Measurements at Environmental Stations	30
13.	External Radiation Dose Measurements in the Vicinity of Nuclear Reactors	31
14.	Radium-226 Levels in Drinking Water	32
15.	Uranium Levels in Drinking Water	33
16.	Summary of Dose and Implied Risks	34

LIST OF FIGURES

		Page
1.	Canadian Sampling Station Network - Air, Precipitation and TLD	35
2.	Gross Beta Activity, National Averages 1979-1982	36
3.	Canadian Sampling Station Network - Milk	37
4.	Radionuclide Levels in Milk, 1979-1982	38
5.	Sampling Locations in the Vicinity of the Bruce Nuclear Power Development	39
6.	Sampling Locations in the Vicinity of the Pickering Nuclear Generating Station	40
7.	Sampling Locations in the Vicinity of the Gentilly Nuclear Site	41
8.	Sampling Locations on the Winnipeg River - Drinking Water	42
9.	Sampling Locations on the Ottawa River - Drinking Water	43
10.	Sampling Locations in the Vicinity of the Point Lepreau Nuclear Generating Station	44
11.	Canadian Sampling Station Network - Drinking Water	45

INTRODUCTION

The Environmental Radiation Hazards Division of the Radiation Protection Bureau investigates the potential health effects to the Canadian population from natural and man-made sources of environmental radioactivity. This includes the evaluation of population doses from terrestrial and cosmic radiation and potential health risks from inhaling radioactivity in air or ingesting it in drinking water and food. The data are collected by operating a nationwide network of sampling stations for air, precipitation, water, vapour, drinking water, and milk and through special surveys.

In this report, the results for 1982 are presented in tabular form. The graphical format used in previous reports has been retained to illustrate long-term trends. Results are given in SI units. Radioactivity measurements are in becquerels (Bq). One becquerel is equivalent to 27 picocuries. Absorbed doses are in grays (Gy) where one gray is equal to 100 rads. Dose equivalents are in sieverts (Sv) where one sievert is equal to 100 rems.

In summary, the following studies were conducted.

- The evaluation of the health impact of radionuclide emmissions from coal and nuclear powered electrical generating facilities continued.
- An investigation continued in the town of Port Hope to determine uranium concentrations in air and deposition of uranium dust.
- The project to determine the toxicity of uranium in drinking water was continued.
- A project to determine levels of natural radionuclides in human bone was initiated.
- The nationwide study of nuclear weapons fallout and the potential health impact of radioactive emissions from nuclear reactors in Canada was maintained.
- The pre-operational phase of the measurement of radioactivity in the environs of the Point Lepreau Nuclear Generating Station, New Brunswick, was completed.
- The study of environmental radiation exposure across Canada was maintained.
- The nationwide program to study radium-226 and uranium in drinking water supplies continued.
- Further studies were conducted on radon in indoor air.

RESEARCH PROJECTS

B.L. Tracy

Energy Impact Study

In 1979 a project was undertaken to compare the health impacts of radionuclide emissions from the coal-fired generating station at Nanticoke (4000 MWe) and the nuclear generating station at Pickering (2000 MWe). This was prompted by published studies which indicated that the radiological impact from a coal-fired station might be comparable to that from a nuclear station [1,2]. Previous reports in this series have given the general outline of the current study [3,4] and have presented preliminary results [5,6].

During 1982 all the radiochemical analyses of air filters and precipitation samples were completed. There were no indications that any of the environmental measurements around Nanticoke could be attributed to emissions from the generating station. Individual and collective dose commitments were calculated on the basis of emission estimates and atmospheric dispersion models. The maximum doses to an individual in the Nanticoke vicinity were 0.1 Sv yr- from inhalation and 0.3 $\mu Sv\ yr^{-1}$ from ingestion. Other authors have calculated doses as high as 19 $\mu Sv\ yr^{-1}$ [2] and 230 $\mu Sv\ yr^{-1}$ [7]. The chief reasons for the lower values in the present study are: (i) a greater fly-ash removal efficiency at the Nanticoke stacks; (ii) a more realistic method for calculating ingestion doses. By comparison, the maximum dose rate at the site boundary of the Pickering Nuclear Generating Station is estimated to be 30 $\mu Sv\ yr^{-1}$ [8].

The total collective dose commitment from one year of operation at the Nanticoke station is about 0.08 person-sieverts. This should be compared to the annual collective dose in Southern Ontario from all background radiation -- 16 000 person-sieverts. The full results of this study will be presented in a forthcoming journal publication.

Uranium Emissions in Port Hope

A project was undertaken in 1981 [6] to measure uranium concentrations and particle sizes in air in the vicinity of the uranium refinery in Port Hope, Ontario. This project continued until September 1982. The average uranium concentrations in the residential and business areas of the town varied from 5 to 20 ng m^{-3}, compared to a normal background of about 0.1 ng m^{-3} for southern Ontario. Occasional concentrations as high as 450 ng m^{-3} were observed at the waterworks, just west of the refinery. One would have to breathe a continuous concentration of 600 ng m^{-3} of

insoluble uranium compounds for a period of one year in order to reach the ICRP yearly dose limit [9] for members of the general public.

Particle-size measurements showed that the mass median diameter of uranium-bearing particles was not significantly larger than that of normal airborne particulates (1 to 2 μm). Thus the standard ICRP lung model [9] could be used for dose calculations. The results of this study will form the subject of a forthcoming journal publication.

Uranium Toxicity Study

The project on the toxicity of uranium in laboratory animals was continued. This project is being conducted jointly with the Bureau of Chemical Hazards for the purpose of reassessing the current value (20 μg/L) for the maximum acceptable concentration of uranium in Canadian drinking water [10]. There is also concern that the radiological effects from uranium may be comparable to its chemically toxic effects.

During 1982 a 90-day study in New Zealand white rabbits was completed. Uranyl nitrate hexahydrate was administered in the drinking water at concentrations of 0.96, 4.8, 25, 120, and 600 mg/L. At the end of this period, the rabbits were sacrificed and subjected to pathological examinations, chemical tests, and uranium residue analyses. Tissue damage and some pathological effects were observed in the three highest dose groups. Uranium residues were observable in bone and kidney in all but the lowest dose group. From these results it was estimated that 0.2% to 0.3% of ingested uranium was being absorbed to blood in the GI tract. A similar study with rats in 1981 indicated an absorption of 0.04% for that species. By contrast, ICRP-30 assumes an absorption factor of 5% for humans [9].

In 1983 an uptake and recovery study is being planned for rabbits. This will give information on the reversibility of tissue damage, and also on the uranium retention times in various organs.

Natural Radionuclides in Human Bone

Since 1958 the Radiation Protection Bureau has been collecting autopsy bone specimens from Canadian hospitals for strontium-90 analyses. We now propose to re-analyze these samples for naturally-occurring radionuclides. About 20% of the total background radiation dose in humans is contributed by bone-seeking radionuclides [11]. This study will give a more accurate indication of this contribution to the dose received by Canadians and will show whether there are variations with age, time, or place of residence.

The first radionuclide to be studied will be lead-210, which contributes about 6% of the whole body dose from background radiation [11]. Levels of this nuclide in human bone will be correlated with concentrations in air, drinking water, and diet. This will help to identify major pathways of lead-210 into the body. Later, uranium concentrations will be measured as a contribution to the uranium toxicity study.

RADIOACTIVITY FROM FALLOUT

D.P. Meyerhof

The Radiation Protection Bureau maintains a fallout monitoring program at 27 stations across Canada. This program determines the levels of gross beta radioactivity in surface air and in precipitation, and the levels of cesium-137 in milk. There were no unusual events during 1982; fallout levels were similar to those observed before the October 1980 weapons test.

Surface Air and Precipitation

Sampling locations are shown in Figure 1. Results of the gross beta radioactivity analyses are given in Tables 1 and 2. Air filters are collected and analyzed weekly. Monthly samples of precipitation are composited quarterly for analysis. Occasionally, samples are lost at the site or enroute to the Radiation Protection Bureau. The number of samples received is shown in column 2 of Table 2. Quarterly values for deposition are those measured for the samples received. The annual deposition is for a 12-month period, with estimated corrections for missing samples.

The four-year trends in national average levels are shown in Figure 2. The elevated levels in late 1980 and most of 1981 resulted from the Chinese nuclear weapons test on October 16, 1980. Gross beta radioactivity concentrations in air during 1982 were similar to levels measured in 1979 and 1980. Radioactivity deposition in 1982 was half that in 1981 and also similar to 1979 and 1980 levels.

Milk

Samples of whole milk collected monthly at the locations shown in Figure 3 were analyzed for cesium-137. The results are given in Table 3. The national levels are comparable to those observed in other countries. Average concentrations across Canada are similar to those observed since 1979, as seen by the four-year trend in Figure 4.

RADIOACTIVITY FROM NUCLEAR REACTORS

D.P. Meyerhof

Environmental radioactivity studies are carried out in the vicinity of 7 nuclear reactor sites in Canada:

- the Whiteshell Nuclear Research Establishment (AECL-WNRE), Pinawa, Manitoba;
- the Bruce Nuclear Power Development, Tiverton, Ontario, with a 220 MW (e) prototype generating station, four 750 MW (e) units in service (Bruce A), and four 750 MW (e) units under construction (Bruce B);
- the Pickering Nuclear Generating Station, Pickering, Ontario, with five 500 MW (e) units in service; (four at Pickering A and one at Pickering B) and three 500 MW (e) units under construction (Pickering B);
- The Nuclear Power Demonstration Reactor, Rolphton, Ontario, 25 MW (e);
- the Chalk River Nuclear Laboratories (AECL-CRNL), Chalk River, Ontario
- the Gentilly Nuclear Site, Gentilly, Québec, with a 600 MW (e) unit in service and a 250 MW (e) prototype reactor shutdown.

Samples of air water vapour, drinking water, and milk, are collected at the locations shown in Figure 5 to 10. Dose rate measurements of external gamma radiation are also made around Bruce, Pickering and Gentilly. These results are discussed in a separate section.

During 1982, special monitoring was carried out in connection with equipment malfunctions at the Robert F. Ginna reactor, Ontario, New York. The preoperational monitoring of the Point Lepreau reactor site ended when the reactor began operation in September of 1982. Two aerial surveys were conducted in cooperation with the Geological Survey of Canada. Monitoring was carried out for radioactivity in air particulates near the McMaster University Research Reactor, Hamilton, Ontario, and in air particulates and sea water during visits of nuclear vessels to Nova Scotia.

Air Water Vapour

Atmospheric water vapour is collected in metallic cells containing molecular sieve. They are placed around the Bruce, Pickering and Gentilly reactor sites (see Figures 5 to 7). Air, drawn through the cells over a period of a month, deposits atmospheric moisture on the sieve. Subsequently, the cells are heated to desorb the water which is then analyzed for tritium.

The program underwent modifications in 1982. Three sampling stations were discontinued because of changes of ownership of the properties on which they were located. These are Pickering monitoring sites 4 and 6 (see Figure 6) and Bruce Site 1 (see Figure 5). The fluor used for the liquid scintillation procedure was changed with a resulting increase in counting efficiency of 40%.

The results for 1982 are given in Table 4. The lowered detection limits reflect the change in fluor. For each sample they also depend on the volume of air drawn through the cell and the moisture content. To prevent the molecular sieve from becoming saturated, flow rates from May to September inclusive are lower than those for October to April (0.06 $m^3\ d^{-1}$ and 0.2 $m^3\ d^{-1}$, respectively). The detection limits are averages for the 2 flow rate periods.

Gentilly-2 and Pickering Unit 5 started up on September 11 and October 23, respectively. A comparison of atmospheric tritium concentrations for 1981 and 1982 and the trends for 1982 showed no discernable effect of the new units on environmental levels. The highest monthly concentrations were measured at Bruce monitoring site 3 and Pickering site 5. Average concentrations over the year were similar to those measured in 1981.

Water

Untreated water is collected daily at drinking water intakes on the Winnipeg River, Lakes Huron and Ontario, the Ottawa River and the St. Lawrence River (Figures 5 to 9). Results of the quarterly analysis for cesium-137 and strontium-90 are given in Tables 5 and 6. Concentrations of both radionuclides remained within normal seasonal fluctuations and were due to residual fallout. The highest concentrations measured, 7 mBq/L for cesium-137, and 37 mBq/L for strontium-90, were factors of 7000 and 270 respectively, below the maximum acceptable concentrations of 50 Bq/L and 10 Bq/L recommended for Canadian drinking water [10].

Milk

Weekly samples of raw milk from the vicinity of Whiteshell and Bruce are analyzed for iodine-131, cesium-137 and potassium. Iodine-131 was not detected at either location. Results for cesium-137 during 1982 are shown in Table 3. The cesium-137 levels in raw milk from these sites were similar to those in pasteurized milk from the national network. This suggests, as has been observed in the past, that fallout was the major contributor to the radionuclide levels around the reactor locations. This is also confirmed by comparing the long-term trends in Figure 4.

Ginna Nuclear Generating Station

This generating station is located at Ontario, New York, approximately 35 km from Prince Edward County, Ontario, Canada. On January 25, 1982 a rupture in the steam generator of the Ginna 1 reactor led to a short-term discharge of steam containing small quantities of radioactive material. At the time winds were from the north, carrying any radioactive material away from Canada. However, precautionary air monitoring was initiated for a period of 2 weeks. Daily samples of air particulates were collected at five air stations in Ontario and Quebec: Windsor, Toronto, Ottawa, Montreal and Quebec City. Analyses were carried out for beta and gamma emitting radionuclides. No radioactivity was detected that could be attributed to the reactor. Subsequent information on the incident showed that exposure levels half a mile from the site were at normal background values.

Point Lepreau Nuclear Generating Station

On July 25, 1982, the Point Lepreau reactor began operation. It was synchronized to the electrical grid on September 11, and was declared in service on January 31, 1983. These events marked the termination of the preoperational monitoring program that the Environmental Radiation Hazards Division, in cooperation with the Province of New Brunswick, had conducted in the vicinity of the reactor since 1977. This program included measurements of radioactivity in drinking water, milk, biota, and atmospheric water vapour. Results of these studies have been published in previous reports [3, 4, 5, 6, 12, 13, 14]. However, as future results will be evaluated in comparison to the preoperational studies, the complete results of this program are presented in Tables 7 to 11. The sampling locations are shown in Figure 10.

Since 1977 samples of atmospheric water vapour collected by the New Brunswick Electric Power Commission at Welsh Cove and Dipper Harbour have been analyzed for tritium by this Division. In addition, six sampling sites were installed by the Radiation Protection Bureau in June 1980: three within 10 km of the site and three 20 to 150 km from the site. At the request of the Province of Nova Scotia two stations were installled at the time along the northern shore of Nova Scotia, at Digby and Greenwood.

The results of the tritium sampling programs are given in Tables 7 and 8. Levels were generally below the detection limits of the method. The range of concentration and frequency of detection are similar to those of the NBEPC [15]. The results are also similar to those obtained at background monitoring stations of the Radiation Protection Bureau around other nuclear power sites in Canada. Tritium

concentrations up to 1 Bq/m3 approximately once per year are not uncommon at any of the sites.

Drinking water was collected at Spruce Lake and Welch Cove from 1977 to 1980. The results are given in Table 9. Concentrations of cesium-137 and strontium-90 in Spruce lake are similar to those observed in other parts of Canada. The water from Welch Cove came from a 23-metre well. Concentrations of strontium-90 were reduced by a factor of 20 compared to surface water supplies due to the removal action of soil above the aquifer.

Raw milk was collected from a dairy 32 km east of the station during 1977 and 1978 (Table 10). As noted in previous reports, strontium-90 and cesium-137 concentrations were three times higher than those measured in pasturized milk collected in Moncton [13, 14]. The difference cannot be explained by processing of the milk for retail use. Raw milk collected in the vicinity of the Whiteshell and Bruce sites have consistently had cesium-137 concentrations that are similar to the national average for pasturized milk. The farm from which the milk was obtained went out of the dairy business at the end of 1978. The concentrations were not a significant hazard to health. The results demonstrate the range of variability that can occur in individual dairy herds.

Samples of edible marine products, clams, cod, dulse, (a dried seaweed), herring, lobster and periwinkles were collected from the vicinity of the site. The samples were separated into edible portions and bones (or shells). Cesium-137, strontium-90, potassium and calcium were determined on the edible fractions. The results are given in Table 11. As noted previously [12], the concentrations of cesium-137 and strontium-90 are one to two orders of magnitude lower than those found in fresh water species collected from the Ottawa River. Total potassium concentrations are comparable to those in fresh water species. Calcium concentrations in cod skeleton were also similar to fresh water species.

Aerial Surveys

Routine surveys by the Geological Survey of Canada (GSC) near the Chalk River Nuclear Laboratories of Atomic Energy of Canada Limited showed the presence of argon-41. This is one of the radioactive noble gases produced in nuclear reactors by the activation of argon-40 in air. On December of 1981 GSC used their airbone spectrometer to map the Chalk River plume. The results were collated in a report prepared for the Radiation Protection Bureau [16]. On June 1982, a flight near the Bruce Nuclear Power Development was organized by the Bureau to determine whether a

plume was visible there (17). The results showed argon-41, at lower concentrations than at Chalk River, coming from the Douglas Point Nuclear Reactor located on the site. No radioactivity from the four Bruce nuclear reactors was visible in the spectra. The flights demonstrated the usefulness of fixed-wing aircraft in delineating radioactive plumes under normal and accident conditions.

McMaster University

Gross beta radioactivity on air filters was normal.

Nuclear Vessels

Ten nuclear submarines visited Shearwater, Nova Scotia, during 1982. Gross beta radioactivity was measured on air filters and gross gamma activity on seawater samples collected before, during and after the visits. No activity was found that could be attributed to a release from the vessels.

EXTERNAL RADIATION EXPOSURE

J.M. Quinn

Measurements of external gamma radiation dose rates are done quarterly at 13 environmental stations and at 12 locations around 3 nuclear reactor sites using thermoluminescent dosimeters (TLDs). Enhanced dose rates in the vicinity of nuclear reactors would be indicative of radioactive releases from nuclear operations. Figure 1 shows the 13 cities in which environmental dose rate measurements are made. The TLDs are attached to the weather housing of the air sampling equipment. Figures 5 to 7 show the 12 locations used for reactor environs monitoring at Bruce, Pickering and Gentilly. At these sites, the TLDs are attached to the housing of the air water vapour collection units.

Average quarterly dose rates for 1982, together with the yearly cumulative doses, are presented in Tables 12 and 13. Occasionally, TLDs are lost in transit or through vandalism while deployed on site. No value is reported in such cases; however, in determining the cumulative value, the average value for the remaining quarters is assumed. The values in Table 12 from the environmental stations give an indication of the range of normal background dose rates across Canada. The values from the reactor environs in Table 13 fall within the same range. This indicates that these doses are attributable to normal background radiation.

Measurements were made for the first time this year using the newly-acquired Victoreen 2810 TLD reader with glass-encapsulated CaF_2:Mn chips. The sensitivity and range of this system as described in the 1981 annual report [6] has greatly improved the reliability of results.

NATURAL RADIOACTIVITY

R.G. McGregor

Studies of population exposures due to natural radioactivity continued with radiochemical analyses of drinking water. Radium-226 was selected for study because of its high radiotoxicity; total uranium because of its chemical toxicity and because it is the precursor of a chain of radioactive daughters. The concentrations measured during 1982 were all less than the maximum acceptable concentrations of 1 Bq/L for radium-226 and 20 µg/L for uranium recommended in the Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, 1978 [10]. Further studies on radon in homes were also carried out during 1982.

Drinking Water

The program to determine natural radioactivity levels in treated drinking water and their impact on human health continued with the analysis of monthly composite samples from the 11 municipalities shown in Figure 11. The program was discontinued at the Bancroft, Halifax, Saskatoon and Whitehorse locations after July because of consistently low or non-detectable values during 1981 and 1982. The communities of Edmunston, Fredericton and Moncton -- all in New Brunswick -- were added to the program in August.

The results are presented in Tables 14 and 15. For the most part, the concentrations of radium-226 were at or near the detection limit of 5 mBq/L. The highest concentrations continued to be observed in both treated and untreated water from Elliot Lake and reached 29 mBq/L in February. The town is located at the centre of uranium mining activities in Ontario.

The uranium concentrations in Table 15 show considerable variations with time and location. As observed in previous reports, the highest concentrations occurred at Regina (10.5 µg/L in August). Regina draws part of its drinking water requirements from ground water sources whereas all other locations, with the exception of Edmunston and Fredericton, rely entirely on surface waters.

A program was initiated in cooperation with the New Brunswick Department of Health to determine the natural radioactivity levels in raw drinking water for communities in New Brunswick supplied by ground water sources. Single grab samples were collected at 53 locations serving 35 communities for analysis of lead-210, radon-222, radium-226 and uranium. Radon-222 concentrations ranged from the

detection limit of 0.4 Bq/L to a maximum of 39 Bq/L. Radium-226 and uranium concentrations ranged from the detection limits of 5 mBq/L and 0.1 µg/L to maxima of 12 mBq/L and 3.9 µg/L respectively.

Radon Studies

Since 1977, the Radiation Protection Bureau has measured radon and radon daughter concentrations in 14 000 homes in 18 Canadian cities. The surveys showed statistically significant geographical differences in average radon levels corresponding to expectations based on the geological formations across Canada. There was a small but significant minority of homes in distinct cities where increased concentrations of radon and radon daughters were observed. An analysis of the relation between lung cancer and radon daughter concentration, smoking habits and socioeconomic indicators was performed [18]. The results showed no detectable association between radon daughter concentrations and lung cancer mortality rates, with or without adjustment for differences in smoking habits between cities. The results do not support or eliminate a carcinogenic hazard due to chronic domestic exposure to low radon concentrations in Canada but suggest that any effect of such exposures on lung cancer mortality rates must be very small in comparison to the effects of smoking.

A consequence of energy conservation programs to reduce the air exchange rate in homes is an increased exposure to radon and radon daughter products. The Radiation Protection Bureau, in cooperation with Canada Mortgage and Housing Corporation, is engaged in a study of radon levels in 35 energy efficient homes in the National Capital area. Observations of seasonal variation of radon concentration and stratification within the home are being carried out by a variety of grab sample and time integrated measurement techniques. The study will continue until January 1984.

METHODS DEVELOPMENT AND INSTRUMENTATION

J.M. Quinn

Two methods for the determination of thorium and other actinides by alpha spectrometry have been compared -- electro-deposition and co-precipitation. While both have their advantages, co-precipitation appears to be the more reliable of the two.

Commercially available liquid scintillation cocktails were evaluated to replace the present one prepared in-house. The new cocktail has a much better figure-of-merit (square of efficiency divided by counts in blank sample). Thus, the time required for tritium analysis is reduced.

An agreement was entered into with Aptec Engineering Ltd. of Canada, Department of Supply and Services and the Radiation Protection Bureau to develop a large area germanium detector system with a centralized, computer-based, data acquisition and analysis capability. This research project is currently under way and will be completed in 1984.

Gamma spectroscopy capabilities were increased with the acquisition of lead shielding for the γ-x high purity coaxial germanium detector. The detector has been calibrated and analysis automated through the preparation of computer programs for data analysis.

Evaluations for new and replacement equipment also took place for the following items: an automatic low level alpha beta counting system, a fluorometer for uranium analysis and an integrating radon daughter monitor to replace the present grab sampling technique.

Improvements were made in the analytical procedure for determining uranium residues in rabbit tissues (see Research Projects). The larger sample sizes had been giving greater chemical interferences than for the previous study with rat tissues.

Laboratory quality control programs continued through participation in interlaboratory comparisons sponsored by the United States Environmental Protection Agency, the World Health Organization and the International Atomic Energy Agency. During 1981, milk and diet samples were analyzed for potassium-40, strontium-89, strontium-90, iodine-131 and cesium-137; air filters for gross beta and gross alpha radioactivity; water samples for gross beta and gross alpha radioactivity, tritium, radium-226 and uranium; and a vegetation sample for beryllium-7, strontium-90 and cesium-137.

SUMMARY

The studies carried out during 1982 allow estimates to be made of the individual effective dose equivalent commitments (doses) for some critical radionuclides in ingestion and inhalation pathways affecting many Canadians. These are summarized in Table 16 along with annual exposures to external gamma radiation and estimates of associated risks.

The table gives the range of doses estimated in each program, based on the highest and lowest annual average radionuclide concentrations measured. The locations of the maximum doses are also given. Doses from tritium in atmospheric water vapour were calculated assuming continuous annual exposure at the highest monthly concentration measured in the vicinity of the nuclear power reactor sites. Inhalation and skin absorption were included. Canadian food consumption data [19] were used to calculate the intake of milk. Recently published ICRP dosimetric models and risk estimates were used for the calculations of doses and risks [9, 20].

As noted previously [6], natural background radiation is far more significant than contributions from residual fallout from nuclear weapons tests or from nuclear reactor emissions. The doses from external gamma radiation represents approximately 50 per cent of the total background to which Canadians are exposed. The remainder is due to cosmogenic and primordial radionuclides -- mainly carbon-14, potassium-40, lead-210 and radon-222.

The doses from fission products in water and milk due to fallout radioactivity are an order of magnitude less than those due to natural radionuclides in drinking water. As in previous years, discharges of tritium to the atmosphere were the only measurable routine releases from the nuclear power reactors in Canada. Exposures due to this were well within the ICRP recommended limits.

The risks given in Table 16 were estimated to the nearest power of 10 because of the uncertainties in associating detriment with dose. They represent the probability of contracting fatal cancer over a lifetime. In Canada, the total risk over a lifetime is approximately 0.2 [21]. The risks in Table 16 are negligible in comparison.

REFERENCES

1. Eisenbud, M. and H.G. Petrow, "Radioactivity in the Atmospheric Effluents of Power Plants that Use Fossil Fuels", Science 144, 288, 1964.

2. McBride, J.P., R.E. Moore, J.P. Witherspoon and R.E. Blanco, "Radiological Impact of Airborne Effluents of Coal and Nuclear Plants", Science 202, 1045, 1978.

3. Environmental Health Directorate, "Environmental Radioactivity in Canada, January-June, 1979", 80-EHD-51, Department of National Health and Welfare, Ottawa, 1980.

4. Environmental Health Directorate, "Environmental Radioactivity in Canada, July-December, 1979", 82-EHD-76, Department of National Health and Welfare, Ottawa, 1982.

5. Environmental Health Directorate, "Environmental Radioactivity in Canada, 1980", 82-EHD-90, Department of National Health and Welfare, Ottawa, 1982.

6. Environmental Health Directorate, "Environmental Radioactivity in Canada, 1981", 83-EHD-102, Department of National Health and Welfare, Ottawa, 1983.

7. Camplin, W.C., "Coal-Fired Power Stations - the Radiological Impact of Effluent Discharges to the Atmosphere", NRPB-R107, National Radiological Protection Board, Harwell-Didcot, Oxon, 1980.

8. Ontario Hydro, "Annual Summary of Radiological Data for 1979", SSD-AR-79, Pickering, Ontario, 1980.

9. International Commission on Radiological Protection, "Limits for Intakes of Radionuclides by Workers", ICRP Publication 30, Supplement to Part I, Pergamon Press, Oxford, 1979.

10. Federal-Provincial Working Group on Drinking Water, "Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, 1978", Department of National Health and Welfare, Ottawa, 1979.

11. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), "Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects", United Nations, New York, 1982, p. 220.

12. Environmental Health Directorate, "Environmental Radioactivity in Canada, July-December, 1977, 79-EHD-31, Department of National Health and Welfare, Ottawa, 1979.

13. Environmental Health Directorate, "Environmental Radioactivity in Canada, January-June, 1978", 79-EHD-35, Department of National Health and Welfare, Ottawa, 1979.

14. Environmental Health Directorate, "Environmental Radioactivity in Canada, July-December, 1978", 79-EHD-38, Department Of National Health and Welfare, Ottawa, 1979.

15. New Brunswick Electric Power Commission, "Pre-operational Environmental Radiation Monitoring Data for Point Lepreau Generating Station", Health Physics Department, Reports NBEPC-HP-79-1, NBEPC-HP-80-1, NBEPC-HP-82-1, BSI HP 0700J-83-1, Fredericton, N.B.

16. Holman, P.B. and R.L. Grasty, "Mapping the Argon-41 Plume from the Chalk River Nuclear Reactor", Geological Survey of Canada, Energy Mines and Resources, Ottawa, 1982.

17. Holman, P.B. and R.L. Gratsy, "Mapping the Argon-41 Plume from the Douglas Point Nuclear Reactor", Geological Survey of Canada, Energy Mines and Resources, Ottawa, 1982.

18. Létourneau, E.G., Y. Mao., R.G. McGregor., R. Seminciu., M.H. Smith and D.T. Wigle., "Lung Cancer Mortality and Indoor Radon Concentrations in 18 Canadian Cities" 16th Midyear Topical Meeting "Epidemiology Applied to Health Physics" Health Physics Society, January 9-13, 1983, CONF-830101, 470-483.

19. Nutrition Canada, Bureau of Nutritional Sciences, "Food Consumption Patterns Report", Health Protection Branch, Health and Welfare Canada, Ottawa, 1976.

20. International Commission on Radiological Protection, "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 26, Pergamon Press, Oxford, 1977.

21. Health and Welfare Canada and Statistics Canada, "Mortality Atlas of Canada, Volume 1: Cancer", Department of National Health and Welfare and the Treasury Board, Ottawa, 1980.

REPORTS AND PRESENTATIONS

1. Meyerhof, D.P., "Emergency Planning in Case of Major Accidents at Nuclear Power Plants", Canada-France Health Technology Symposium, Toronto, March 17, 1982.

2. Gilman, A.P., D.C. Villeneuve, V.E. Secours, V.E. Valli, A.P. Yagminas, B.L. Tracy and J.M. Quinn "Subacute and Subchronic Toxicity of Uranyl Nitrate in the Rat", presented at the Canadian Federation of Biological Societies Meeting, Edmonton, June 14-17, 1982.

3. Gilman, A.P., D.C. Villeneuve, V.E. Secours, V.E. Valli, A.P. Yagminas, B.L. Tracy and J.M. Quinn, "Environmental Uranium: Its Subchronic Toxicity for Mammals", presented at the American Public Health Association, Montreal, November 15-18, 1982.

4. McGregor, R.G., "Measurements of Radon and Radon Daughter Levels in Canada", Environmental Measurements Laboratory Radon Workshop, New York, November 30-December 1, 1982.

5. Meyerhof, D.P., "Federal Nuclear Emergency Response Plan", Federal/Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health Meeting, Ottawa, December 9, 1982.

6. Tracy, B.L. and F.A. Prantl, "Radioactivity Emissions from a Coal-Fired Generating Station", Health Physics Research Abstracts, IAEA, 1982.

7. Tracy, B.L., "Lead-210 and Uranium in Human Bone", Health Physics Research Abstracts, IAEA, 1982.

Table 1. Gross Beta Activity in the Canadian Air Monitoring Network for 1982

(Millibecquerels per cubic metre)

Sampling Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
Calgary	.0	.3	.2	.1	.1	.1	.1	.3	.3	.3	.5	.4	.2
Churchill	1.5	1.6	1.4	.9	.4	.2	.1	.2	.3	.6	.8	.5	.7
Coral Harbour	1.0	2.9	1.3	.8	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.6	.7	.7
Digby	.8	.0	.0	.5	.2	.2	.4	.3	.0	.6	.5	.3	.4
Edmonton	1.6	1.2	.9	.6	.4	.5	.5	.4	.5	.4	1.0	.7	.7
Fredericton	.8	.7	.6	.6	.3	.4	.4	.4	.4	.6	.5	.5	.5
Goose Bay	.8	1.1	.7	.3	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.5	.4
Greenwood	.5	.8	.6	.6	.5	.3	.4	.4	.5	.6	.5	.4	.5
Halifax	.4	.8	.5	.5	.5	.3	.3	.4	.4	.5	.4	.3	.4
Hay River	.0	.0	1.0	.8	.6	.4	.3	.3	.4	.6	1.0	1.5	.7
Inuvik	1.1	1.0	1.4	1.0	.6	.3	.3	.3	.3	.5	.8	.9	.7
McMaster	2.0	1.2	.8	.8	2.0	.5	.8	.7	.8	.9	1.0	1.0	1.0
Montreal	.8	1.0	.9	.7	.4	.4	.5	.4	.5	.3	.4	.4	.6
Moosonee	.8	.8	.7	.6	.3	.2	.2	.1	.3	.4	.5	.5	.4
Ottawa	.6	.6	.1	.6	.4	.2	.3	.2	.4	.4	.5	.4	.4
Quebec	.8	.7	.5	.6	.4	.3	.4	.3	.0	.4	.3	.4	.5
R.P.B.	.3	.4	.6	.8	.6	1.5	.5	.5	.6	.4	.4	.6	.6
Regina	1.0	.6	.7	.3	.3	.3	.4	.2	.3	.6	.8	1.1	.6
Resolute	.8	1.6	1.4	.8	.3	.1	.1	.1	.1	.2	.6	.5	.6
Saskatoon	.8	.7	.7	.4	.3	.4	.4	.3	.2	.4	1.2	1.1	.6
Sault Ste. Marie	.9	1.0	.7	.7	.4	.3	.4	.4	.6	.7	.7	.7	.6
St. John's	.4	.7	.6	.5	.3	.1	.2	.2	.3	.3	.2	.3	.3
Thunder Bay	1.3	1.6	1.2	.9	.5	.4	.6	.5	.8	.6	.9	1.1	.9
Toronto	1.0	.9	.6	.5	.5	.4	.4	.3	.8	.6	.8	.7	.6
Vancouver	.1	.2	.3	.3	.3	.3	.2	.2	.3	.1	.2	.1	.2
Whitehorse	.4	.9	.7	.5	.2	.3	.3	.2	.2	.4	.8	.8	.5
Windsor	1.2	.9	.8	.7	.6	.5	.7	.7	.7	.7	.8	.7	.8
Winnipeg	1.2	1.2	.9	.6	.4	.4	.5	.4	.5	.6	.7	1.2	.7
Yellowknife	.0	.0	.0	.3	.3	.2	.2	.1	.2	.4	.0	.9	.3
National Average	.8	.9	.7	.6	.4	.3	.4	.3	.4	.5	.6	.7	.6

Table 2. Gross Beta Activity in the Canadian Precipitation Monitoring Network for 1982

Station	Total # of Samples	First Quarter		Second Quarter		Third Quarter		Fourth Quarter		Total Annual Deposition GBQ/KM2
		BQ/L*	GBQ/KM2*	BQ/L	GBQ/KM2	BQ/L	GBQ/KM2	BQ/L	GBQ/KM2	
Calgary	12	.5	.032	.3	.046	.2	.034	1.1	.021	.133
Churchill	12	.4	.031	.2	.043	.3	.063	.3	.028	.165
Coral Harbour	11	1.3	.027	.4	.024	.3	.034	.2	.016	.111
Digby	12	.0	.009	.2	.066	.2	.051	.2	.065	.192
Edmonton	12	.3	.045	.8	.058	.2	.075	.7	.039	.217
Fredericton	12	.1	.045	.2	.043	.2	.065	.2	.051	.204
Goose Bay	12	.2	.043	.2	.044	.2	.049	.1	.024	.160
Greenwood	12	.2	.068	.2	.045	.2	.044	.3	.039	.196
Halifax	12	.2	.058	.1	.050	.2	.071	.3	.052	.230
Hay River	12	.4	.026	.6	.047	.6	.057	.6	.038	.168
Inuvik	9	.0	.000	.4	.026	.6	.038	.3	.018	.109
Montreal	11	.3	.056	.5	.071	.2	.050	.5	.098	.300
Moosonee	12	.4	.035	.3	.053	.4	.077	.2	.033	.198
Ottawa**	12	.2	.040	.4	.078	.2	.059	.1	.037	.214
Quebec	12	.2	.044	.4	.100	.2	.078	.1	.037	.258
R.P.B.**	12	.1	.020	.3	.059	.3	.063	.2	.061	.204
Regina	12	.6	.037	.7	.080	.5	.076	.5	.025	.219
Resolute	12	.5	.048	1.8	.048	.2	.012	2.4	.022	.430
Saskatoon	12	1.6	.042	.4	.064	.4	.068	1.2	.043	.216
Sault Ste. Marie	12	.4	.089	1.1	.229	.4	.116	.2	.053	.487
St. John's	9	.1	.035	.1	.013	.1	.045	.1	.038	.174
Thunder Bay	12	.4	.051	.3	.062	.3	.113	.3	.065	.291
Toronto	12	.6	.103	.3	.081	.3	.083	.3	.067	.334
Vancouver	12	.0	.027	.6	.024	.2	.034	.1	.051	.137
Whitehorse	12	.3	.014	1.1	.022	.4	.047	.4	.030	.114
Windsor	12	.2	.033	.2	.043	.4	.065	.2	.060	.201
Winnipeg	12	.5	.029	1.2	.107	.4	.089	.5	.050	.275
Yellowknife	12	.9	.025	.9	.056	.6	.052	.6	.033	.165
National Average										.200

* BQ/L = Becquerel per litre
GBQ/KM2 = Gigabecquerel per square kilometre

** Ottawa = Ottawa International Airport

R.P.B. = Radiation Protection Bureau, Ottawa

Table 3. Cesium-137 in the Canadian Milk Monitoring Network - 1982

(Becquerels per litre)

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Average
Calgary, Alta.	*	*	0.19	0.32	*	0.05	0.06	0.17	*	0.06	0.16	0.22	0.11
Edmonton, Alta.	0.20	0.11	0.32	0.14	*	*	0.21	0.22	*	0.05	*	*	0.11
Halifax, N.S.	*	0.35	0.09	0.06	*	*	0.29	0.10	0.09	*	0.09	0.15	0.11
Moncton, N.B.	0.32	0.16	0.25	0.37	0.35	0.07	0.39	0.14	0.38	0.17	*	*	0.22
Montreal, P.Q.	0.10	*	0.09	*	0.27	*	*	0.29	0.16	*	*	0.05	0.09
Ottawa, Ont.	0.15	*	0.04	0.09	0.18	0.15	-	0.12	0.39	*	0.24	0.04	0.13
Quebec, P.Q.	0.39	0.11	0.13	0.52	0.38	*	0.06	0.14	0.25	0.16	*	*	0.18
Regina, Sask.	0.11	0.33	*	0.26	*	*	*	*	0.27	*	*	0.25	0.11
St. John's, Nfld.	0.23	*	0.17	*	0.22	*	0.48	0.13	*	0.16	*	*	0.13
Saskatoon, Sask.	0.15	*	*	*	0.10	0.11	*	0.13	*	0.23	*	*	0.07
Sault Ste. Marie, Ont.	0.37	*	0.37	0.33	0.11	0.10	0.34	0.11	*	0.06	0.40	0.10	0.19
Thunder Bay, Ont.	*	0.10	0.19	0.39	0.22	0.08	0.35	*	*	0.21	0.42	0.08	0.18
Toronto, Ont.	0.08	*	0.15	0.12	*	0.17	0.26	0.36	0.19	*	*	*	0.12
Truro, N.S.	0.08	*	0.21	0.34	0.27	*	0.06	0.09	*	0.10	*	*	0.10
Vancouver, B.C.	0.14	*	0.23	0.34	0.07	0.14	*	0.24	*	0.05	0.12	*	0.12
Windsor, Ont.	*	0.14	-	-	-	-	*	0.19	*	*	0.06	0.17	0.08
Winnipeg, Man.	*	0.27	0.15	0.12	0.23	0.05	0.10	0.08	0.22	*	*	*	0.11
Whiteshell - A	0.23	0.26	0.19	0.21	0.22	0.13	0.22	0.04	0.13	0.07	0.19	0.10	0.17
Whiteshell - B	0.17	0.25	0.20	0.04	0.20	0.24	0.13	0.08	0.07	0.07	0.19	*	0.14
Bruce - A	0.23	0.32	0.28	0.11	0.04	0.13	0.08	0.09	0.08	*	0.09	0.09	0.13
Bruce - B	0.26	0.27	0.19	0.14	0.11	0.10	0.07	0.04	0.17	*	0.12	*	0.13
National Average	0.16	0.14	0.17	0.20	0.15	0.08	0.16	0.13	0.12	0.07	0.11	0.07	0.13

- No Sample

* Less than the detection limit of 0.04 Bq/L

Table 4. Off-site Monitoring of Nuclear Reactor Environs for 1982
Tritium in Air Water Vapour

(Becquerels per cubic metre air)

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Average
Gentilly													
Location:													
#1 - 11.5 km NNE	*	-	*	*	*	*	*	*	0.18	*	*	*	0.05
#2 - 6.5 km NNE	0.05	*	0.04	*	*	*	*	*	0.13	*	*	*	0.04
#3 - 5 km NNW	*	0.04	*	*	*	*	*	0.19	0.15	*	*	*	0.05
#4 - 7 km SW	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.03
#5 - 6.5 km ENE	*	*	*	*	*	*	*	*	0.12	*	*	*	0.04
#6 - 12.5 km NE	*	*	0.04	*	*	*	*	*	0.14	*	*	*	0.04
Bruce													
Location:													
#2 - 3.5 km ESE	0.07	*	2.21	0.08	4.87	1.48	5.41	2.17	2.73	0.87	0.91	0.08	1.74
#3 - 4 km S	0.24	0.88	2.03	3.36	1.50	11.40	*	1.15	2.74	0.41	0.11	0.10	2.00
#4 - 8 km SE	0.18	0.07	1.14	0.06	3.54	*	2.90	4.19	*	0.71	*	0.19	1.09
#5 - 8 km ESE	0.16	0.26	0.76	0.90	1.30	1.49	1.78	1.75	4.35	0.25	0.80	0.10	1.16
#6 - 40 km SE	*	*	0.14	*	1.49	0.18	*	0.27	0.53	0.14	0.18	*	0.25
Pickering													
Location:													
#1 - 1 km NNW	1.59	0.77	3.86	1.01	2.17	2.16	1.09	0.71	3.96	0.14	1.98	1.48	1.74
#2 - 1.5 km NW	0.39	0.48	0.66	1.01	0.98	0.98	2.19	4.02	4.89	0.28	0.49	0.05	1.37
#3 - 2 km NNW	0.70	0.38	0.58	0.73	1.16	1.16	2.57	1.62	4.91	3.02	0.44	0.28	1.46
#5 - 1 km E	9.74	2.16	0.19	-	2.72	2.72	3.46	3.53	3.60	3.29	5.68	1.61	3.70
#6 - 13 km NW	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.70
#7 - 33 km SW	0.05	-	*	*	*	*	*	*	0.86	0.36	0.11	0.08	0.16

- No Sample

* Less than the detection limit of 0.1 Bq/m3 for May-Sept. and 0.04 Bq/m3 for Oct.-Apr.

Table 5. Off-site Monitoring of Nuclear Reactor Environs for 1982
Cesium-137 in Untreated Water

(Millibecquerels per litre)

Station	First Quarter	Second Quarter	Third Quarter	Fourth Quarter	Annual Average
Winnipeg River					
1) Pinawa	2	*	*	2	2
2) Lac du Bonnet	4	2	2	7	4
3) Great Falls	2	3	8	7	5
Lake Huron					
1) Port Elgin	3	*	2	1	1
2) Kincardine	3	2	2	5	3
Lake Ontario					
1) Toronto	3	*	2	4	2
2) Ajax	3	1	*	3	2
Ottawa River					
1) Rolphton	3	4	3	7	4
2) Deep River	3	3	3	4	3
3) Petawawa	3	4	3	3	3
4) Pembroke	4	2	5	7	4
5) Ottawa	2	3	4	4	3
St. Lawrence River					
1) Becancour	*	2	3	2	2
2) Grondines	1	2	2	5	3
3) St. Romuald	3	1	2	3	2

* Less than the detection limit of 1 millibecquerel per litre

Table 6. Off-site Monitoring of Nuclear Reactor Environs for 1982
Strontium-90 in Untreated Water

(Millibecquerels per litre)

Station	First Quarter	Section Quarter	Third Quarter	Fourth Quarter	Annual Average
Winnipeg River					
1) Pinawa	38	12	19	24	23
2) Lac du Bonnet	25	27	26	30	27
3) Great Falls	12	24	15	10	16
Lake Huron					
1) Port Elgin	7	18	19	13	14
2) Kincardine	11	13	10	4	9
Lake Ontario					
1) Toronto	12	16	17	18	16
2) Ajax	12	11	20	13	14
Ottawa River					
1) Rolphton	16	13	18	21	17
2) Deep River	13	14	16	16	15
3) Petawawa	14	5	6	13	10
4) Pembroke	14	10	12	13	12
5) Ottawa	12	5	18	13	12
St. Lawrence River					
1) Becancour	15	4	10	8	9
2) Grondines	6	23	14	14	14
3) St. Romuald	12	10	14	17	13

* Less than the detection limit of 1 millibecquerel per litre

Table 7. Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station --
Tritium in Air Water Vapour
Samples Collected by the New Brunswick Electric Power Commission

(Becquerels per cubic metre air)

		Jan.	Fev.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1977	A	-	-	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
	B	-	-	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
1978	A	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
	B	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
1979	A	-	-	*	*	-	*	*	*	*	-	.08	.09
	B	-	-	*	*	-	*	*	*	*	-	.09	.08
1980	A	-	.31	.29	.53	.49	-	-	-	-	-	-	-
	B	.07	.23	.28	.32	.44	*	*	-	-	-	-	-
1981	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.46	-	-
	B	*	*	-	*	-	-	*	*	-	*	-	-
1982	A	-	-	-	*	-	-	*	*	.19	*	*	*
	B	-	-	-	.26	*	*	*	*	*	*	*	*

A - Welch Cove

B - Dipper Harbour

-- - No Sample

* - Less than the detection limit of 20 Bq/L water

Table 8. Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station
Tritium in Air Water Vapour
Samples Collected by the Environmental Radiation Hazards Division

(Becquerels per cubic metre air)

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1980												
1. 2.6 km NNW	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*
2. 4.8 km NNE	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	-
3. 9.7 km NW	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*
4. 19.3 km NNE	-	-	-	-	-	*	-	*	-	*	*	0.10
5. 29 km NE	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*
6. 131 km N	-	-	-	-	-	1.4	.26	*	-	*	*	*
7. 98 km SE	-	-	-	-	-	-	*	-	-	*	*	*
8. 105 km ESE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981												
1. 2.6 km NNW	.09	*	*	*	*	*	1.17	*	*	*	*	*
2. 4.8 km NNE	*	*	*	*	*	*	*	*	.39	*	*	*
3. 9.7 km NW	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4. 19.3 km NNE	*	.69	*	*	.09	*	.33	*	.82	.06	*	*
5. 29 km NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6. 131 km N	*	*	*	.10	*	*	*	*	*	*	*	*
7. 98 km SE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8. 105 km ESE	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*
1982												
1. 2.6 km NNW	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2. 4.8 km NNE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3. 9.7 km NW	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4. 19.3 km NNE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5. 29 km NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	.09	*	*
6. 131 km N	*	*	*	.22	*	*	*	*	*	*	*	*
7. 98 km SE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	.07	*	*
8. 105 km	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

- No Sample

* Less than the detection limit of 0.2 Bq/m3 for May-September
and 0.04 Bq/m3 for October-April

Table 9. Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station
Radionuclides in Drinking Water

(Millibecquerels per Litre)

	1977			1978		1979			1980
	July	Sept.	Oct.	July	Oct.	Jan.	Mar.	July	Jan.
Spruce Lake									
Cs-137	11	11	10	6	6	4	2	6	7
Sr-90	23	30	25	22	20	9	10	21	20
Welch Cove									
Cs-137	*	*	*	*	6	5	1	5	*
Sr-90	1	1	3	*	1	3	*	*	1

* - Less than the detection limit of 1 mBq/L

Table 10. Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station
Radionuclides in Milk

(Becquerels per Litre)

	1977			1978				
	July	Oct.	Nov.	Jan.	Mar.	June	Aug.	Oct.
Cs-137	1.96	2.14	1.09	0.89	0.56	2.27	1.70	1.13
Sr-90	0.64	NA	0.57	0.60	0.74	0.98	0.64	0.59

NA - Not Analyzed

Table 11. Preoperational Monitoring, Point Lepreau Nuclear Generating Station
Radionuclides in Biota

Species Name	Number of Samples	Cs-137 (Bq/kg fresh wt.)	K (g/g ash)	Sr-90 (Bq/kg fresh wt.)	Ca (g/g ash)
Clams	4	0.27	0.115	0.14	.029
		0.13	0.143	0.14	.044
		0.24	0.128	0.09	.024
		0.18	0.142	0.11	.020
Cod	1	1.06	0.300	NA	NA
Dulse	3	1.40	0.393	*	.015
		8.79	0.381	0.29	.006
		4.32	0.311	3.64	.006
Herring	9	0.95	0.246	*	.072
		3.56	0.238	*	.058
		0.96	0.244	*	.068
		4.21	0.255	*	.058
		0.96	0.228	0.01	.038
		0.82	0.247	*	.043
		0.54	0.191	*	.045
		0.56	0.247	0.01	.035
		0.90	0.243	0.02	.036
Lobster	2	0.49	0.136	NA	NA
		0.29	0.145	NA	NA
	(Liver)	0.21	0.096	NA	NA
Periwinkles	1	0.50	0.082	0.41	.051

* - Non Detectable

NA - Not Analyzed

Table 12. External Radiation Dose Measurements for 1982
At Environmental Stations

Station	Dose Rate (μGy/h)				Cumulative Dose (mGy)
	Jan. Mar.	Apr. June	July Sept.	Oct. Dec.	Jan. - Dec.
Calgary, Alta.	0.10±0.02	0.05±0.01	0.07±0.02	0.09±0.01	0.68±0.06
Churchill, Man.	0.06±0.02	0.06±0.02	0.08±0.02	0.07±0.02	0.59±0.08
Fredericton, N.B.	0.09±0.02	0.07±0.01	0.08±0.01	0.07±0.01	0.68±0.05
Halifax, N.S.	0.09±0.02	0.12±0.03	0.14±0.03	0.10±0.02	0.99±0.11
Inuvik, N.W.T.	0.07±0.01	0.07±0.02	0.09±0.02	0.07±0.02	0.65±0.07
Ottawa, Ont.	0.06±0.02	0.07±0.02	0.07±0.02	0.05±0.02	0.54±0.08
Saskatoon, Sask.	0.09±0.02	0.14±0.02	0.12±0.02	0.14±0.03	1.08±0.08
St. John's, Nfld.	0.11±0.02	0.07±0.02	0.12±0.02	0.13±0.02	0.93±0.08
Thunder Bay, Ont.	0.09±0.02	0.09±0.02	0.10±0.02	0.09±0.02	0.82±0.08
Toronto, Ont.	0.09±0.02	0.08±0.02	0.09±0.02	0.08±0.02	0.74±0.08
Vancouver, B.C.	0.06±0.02	0.06±0.02	0.06±0.02	0.07±0.02	0.65±0.07
Windsor, Ont.	0.07±0.02	0.07±0.01	0.08±0.02	0.06±0.02	0.61±0.07
Yellowknife, N.W.T.	0.10±0.02	0.13±0.03	0.11±0.02	0.12±0.02	1.00±0.10

Table 13. External Radiation Dose Measurements for 1982 in the Vicinity of Nuclear Reactors

Station	Dose Rate (μGy/h)				Cumulative Dose (mGy)
	Jan. Mar.	Apr. June	July Sept.	Oct. Dec.	Jan. - Dec.
BNPD					
2	0.07±0.02	0.07±0.02	0.06±0.02	0.08±0.02	0.61±0.08
3	0.10±0.02	0.09±0.02	0.06±0.02	0.08±0.02	0.73±0.08
4	0.05±0.02	0.12±0.02	0.05±0.02	0.07±0.02	0.63±0.08
5	0.08±0.02	0.07±0.02	0.07±0.02	0.08±0.01	0.66±0.07
6	0.11±0.02	0.09±0.02	0.12±0.03	0.13±0.02	0.98±0.10
PNGS					
2	0.06±0.02	0.08±0.02	0.08±0.02	-	0.64±0.08
3	0.07±0.02	0.08±0.02	0.09±0.02	-	0.71±0.08
5	0.08±0.01	0.08±0.02	0.09±0.02	-	0.74±0.07
6	0.09±0.02	-	-	-	-
7	0.08±0.02	0.08±0.02	0.09±0.02	0.08±0.02	0.74±0.08
GNS					
1	0.05±0.02	0.10±0.02	0.08±0.02	0.07±0.01	0.66±0.07
4	0.07±0.02	0.07±0.02	0.07±0.02	0.08±0.02	0.63±0.88

- No Sample

Table 14. Radium-226 Levels in Drinking Water, 1982

(Millibecquerels per Litre)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
New Brunswick												
Edmunston	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*
Fredericton	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*
Moncton	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*
Nova Scotia												
Halifax	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-
Ontario												
Bancroft	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-
Elliot Lake Treated	28	29	26	27	22	21	17	15	13	15	16	15
Elliot Lake Untreated	9	17	10	18	17	17	11	12	18	10	13	12
Ottawa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Port Hope	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7
Saskatchewan												
Regina	5	7	*	*	*	*	*	*	*	9	*	*
Saskatoon	*	*	*	*	*	6	*	-	-	-	-	-
Yukon												
Whitehorse	*	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-

- No Sample

* Less than the detection limit of 5 mBq/L

Table 15. Uranium Levels in Drinking Water, 1982

(Micrograms/Litre)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
New Brunswick												
Edmunston	-	-	-	-	-	-	-	-	*	0.2	*	0.9
Fredericton	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1.2	1.4	0.5	1.2
Moncton	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	*	0.4	0.5
Nova Scotia												
Halifax	*	*	0.3	0.4	*	0.4	0.5	-	-	-	-	-
Ontario												
Bancroft	0.2	*	0.1	0.2	0.3	-	-	-	-	-	-	-
Elliot Lake Treated	1.1	1.0	1.6	1.9	2.2	2.2	1.4	2.3	2.8	2.0	1.6	2.1
Elliot Lake Untreated	0.6	2.0	1.0	2.0	1.6	1.7	0.8	1.1	0.8	2.2	2.3	0.6
Ottawa	0.3	0.2	*	1.0	0.9	*	0.8	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
Port Hope	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.0	1.1	2.4	0.5	1.1	1.4	1.5
Saskatchewan												
Regina	8.6	9.6	7.4	8.7	6.1	7.4	7.8	10.5	8.1	7.9	8.1	8.3
Saskatoon	1.7	1.7	2.0	2.2	2.6	1.1	2.1	-	-	-	-	-
Yukon												
Whitehorse	1.2	2.1	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-

- No Sample

* Less than the detection limit of 0.1 µg/L

Table 16. Summary of Dose and Implied Risks Determined through the Environmental Radioactivity Monitoring Program during 1982

Exposure Mode	Dose Range (μSv)	Location of Maximum	Implied Risk
External Gamma Radiation	500 - 1000	Saskatoon	10^{-5}
Natural Radioactivity in Drinking Water (^{226}Ra, U)	1 - 6	Elliot Lake Regina	10^{-7}
Fission Products in Drinking Water (^{90}Sr, ^{137}Cs)	0.2 - 1	Winnipeg River	10^{-8}
Fission Products in Milk (^{137}Cs)	0.2 - 0.5	Moncton	10^{-8}
Tritium in Atmospheric Water Vapour	0.01 - 2	Bruce	10^{-8}

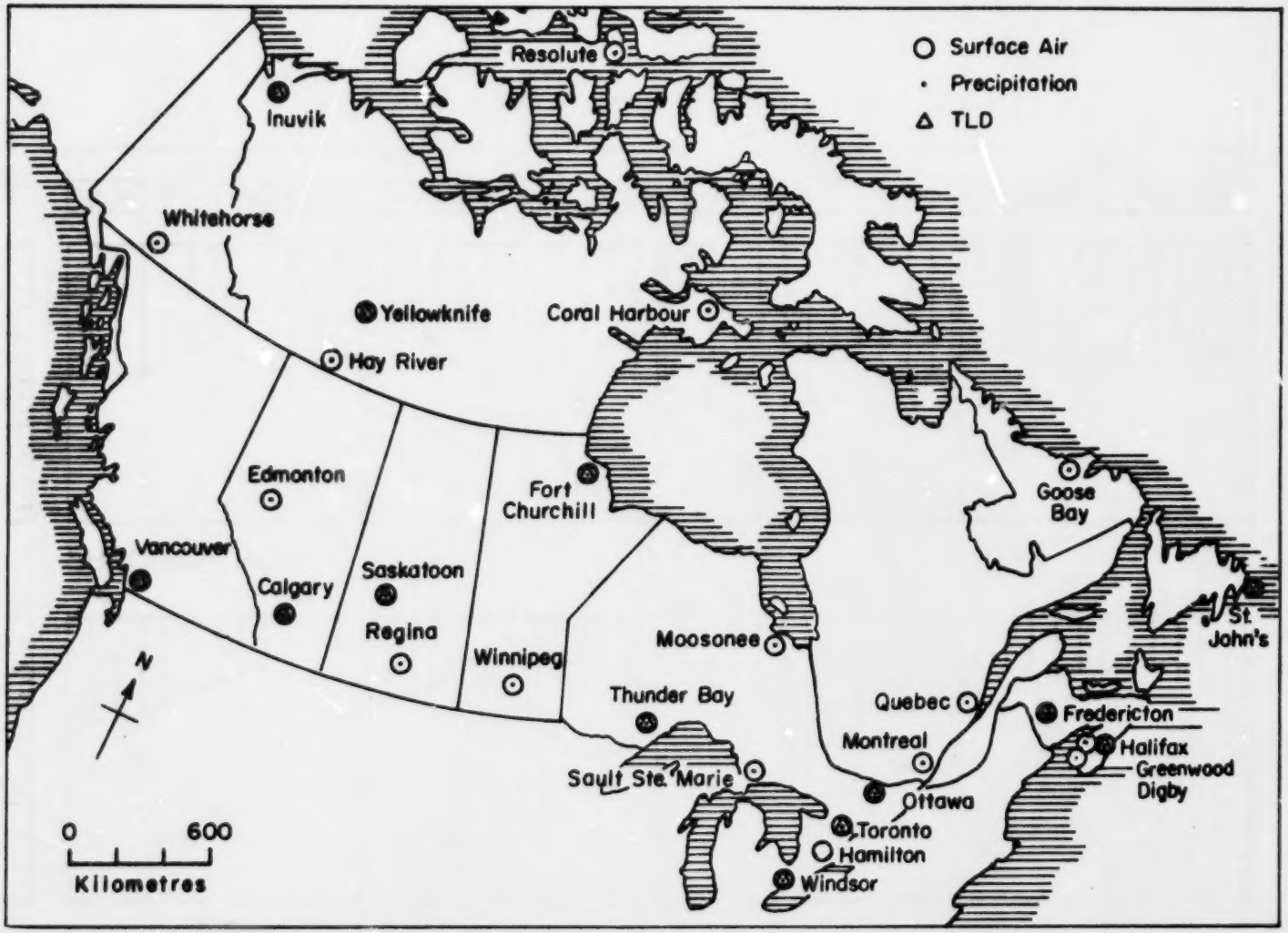

Figure 1. Canadian Sampling Station Network - Air, Precipitation and TLD

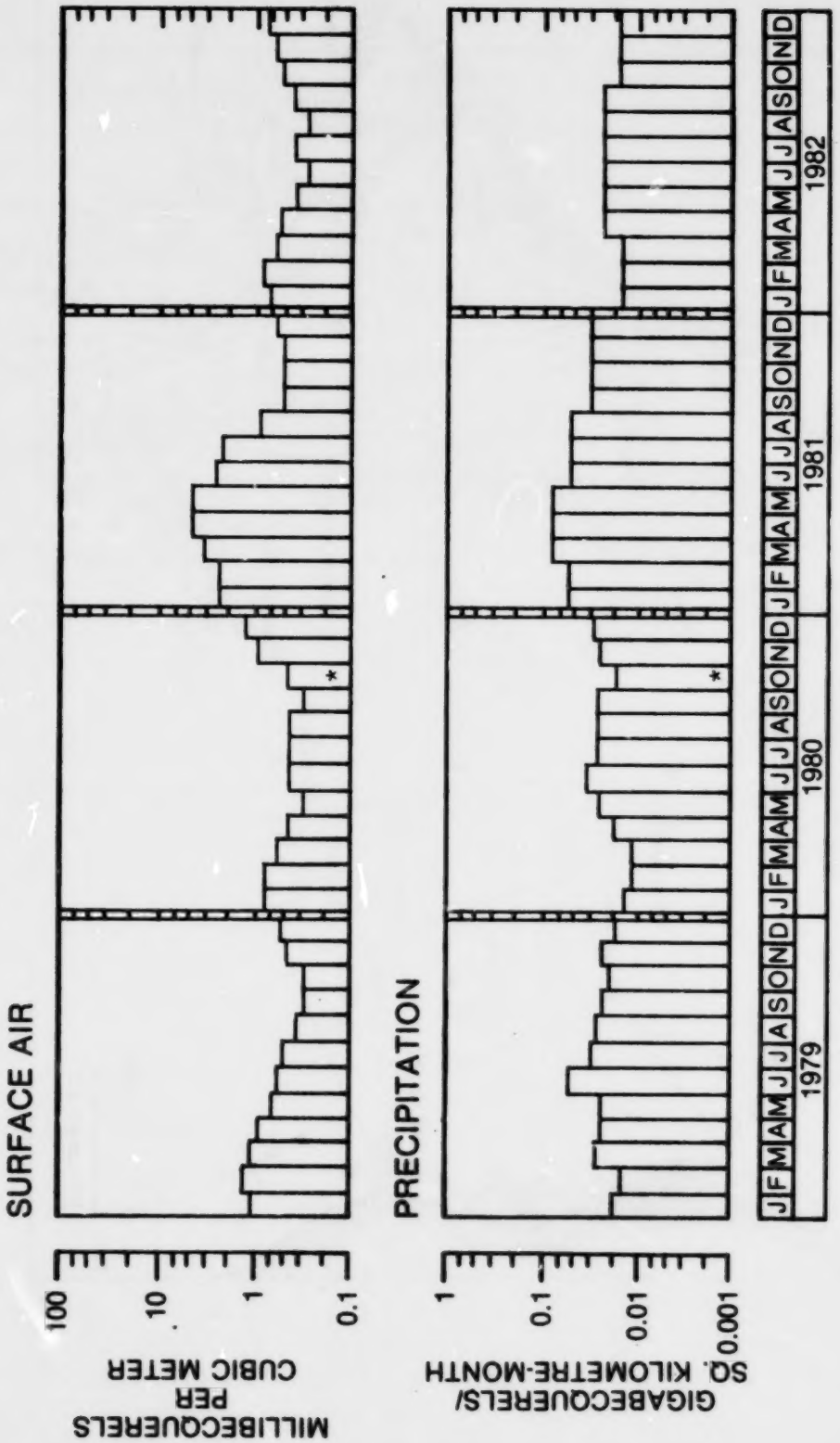

Figure 2. Gross Beta Activity, National Averages 1979-1982

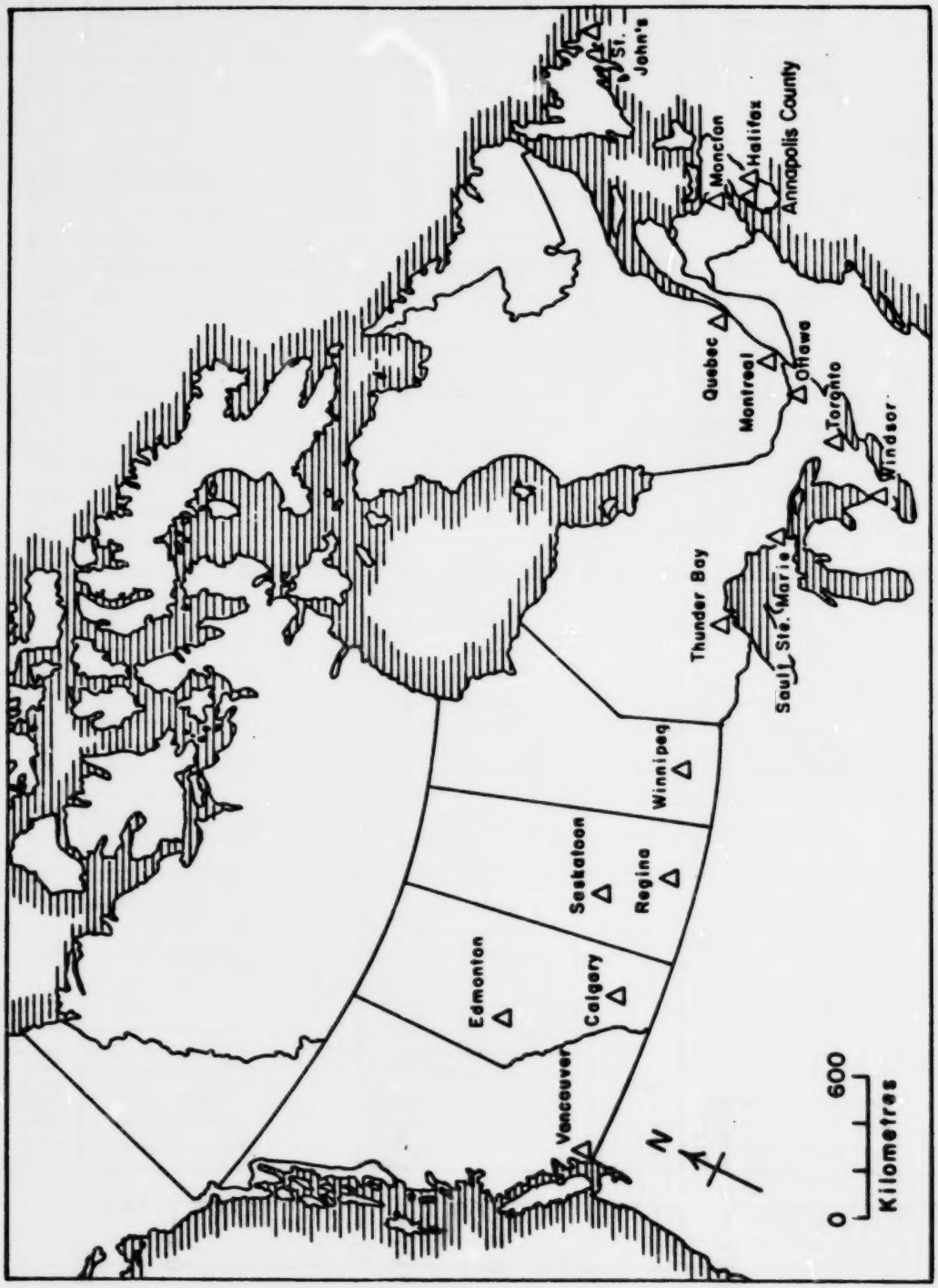

Figure 3. Canadian Sampling Station Network - Milk

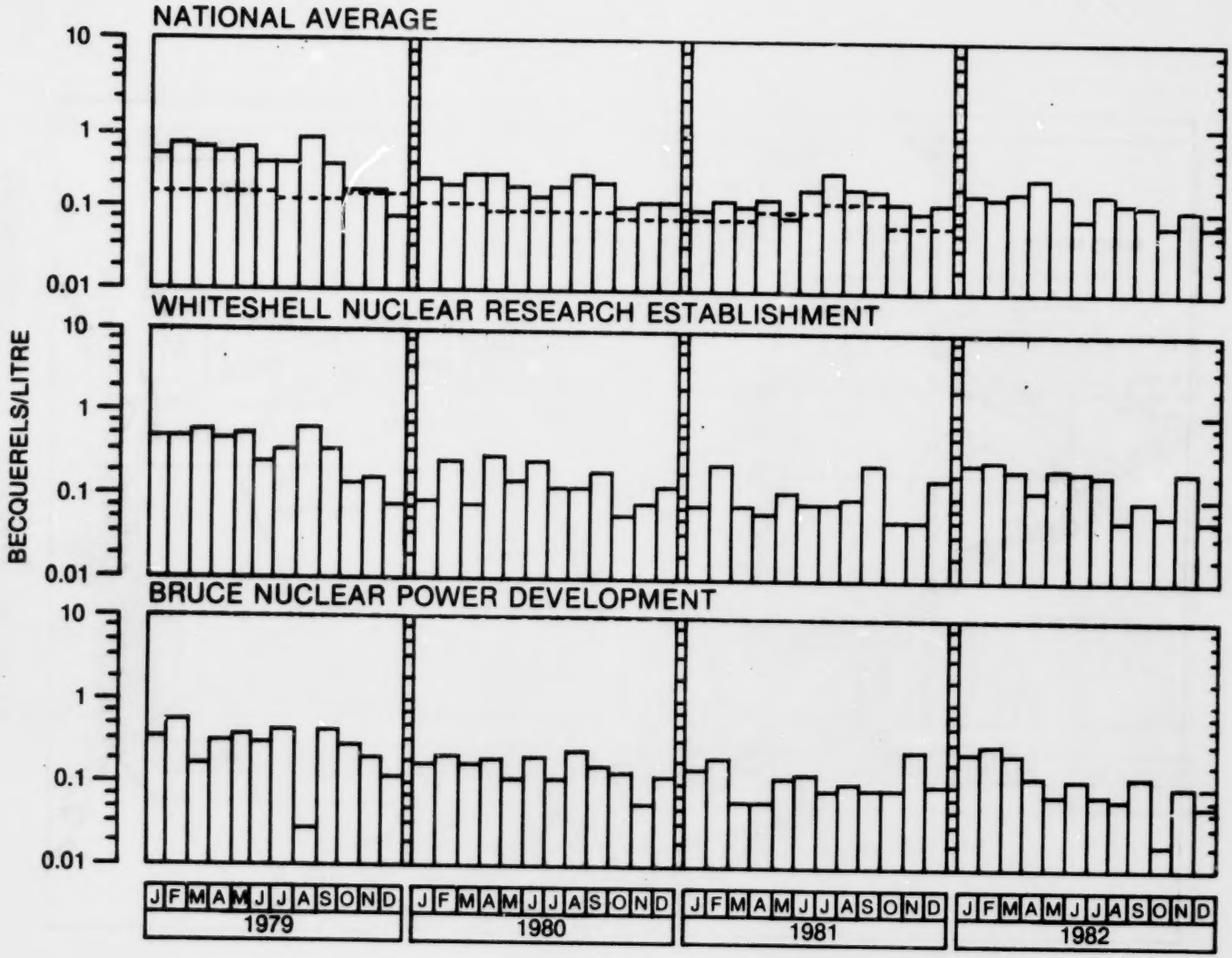

Figure 4. Radionuclide Levels in Milk, 1979-1982

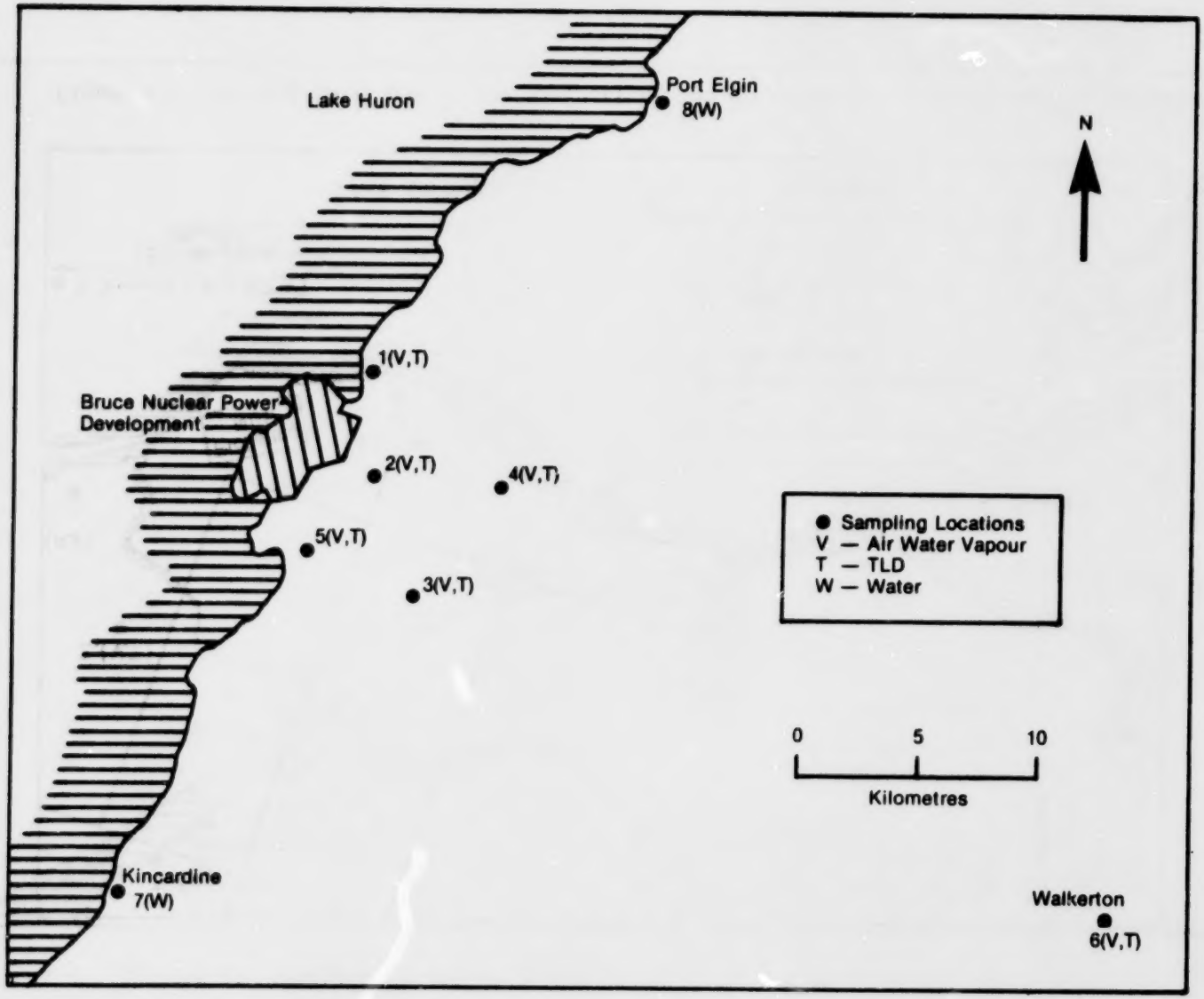

Figure 5. Sampling Locations in the Vicinity of the Bruce Nuclear Power Development

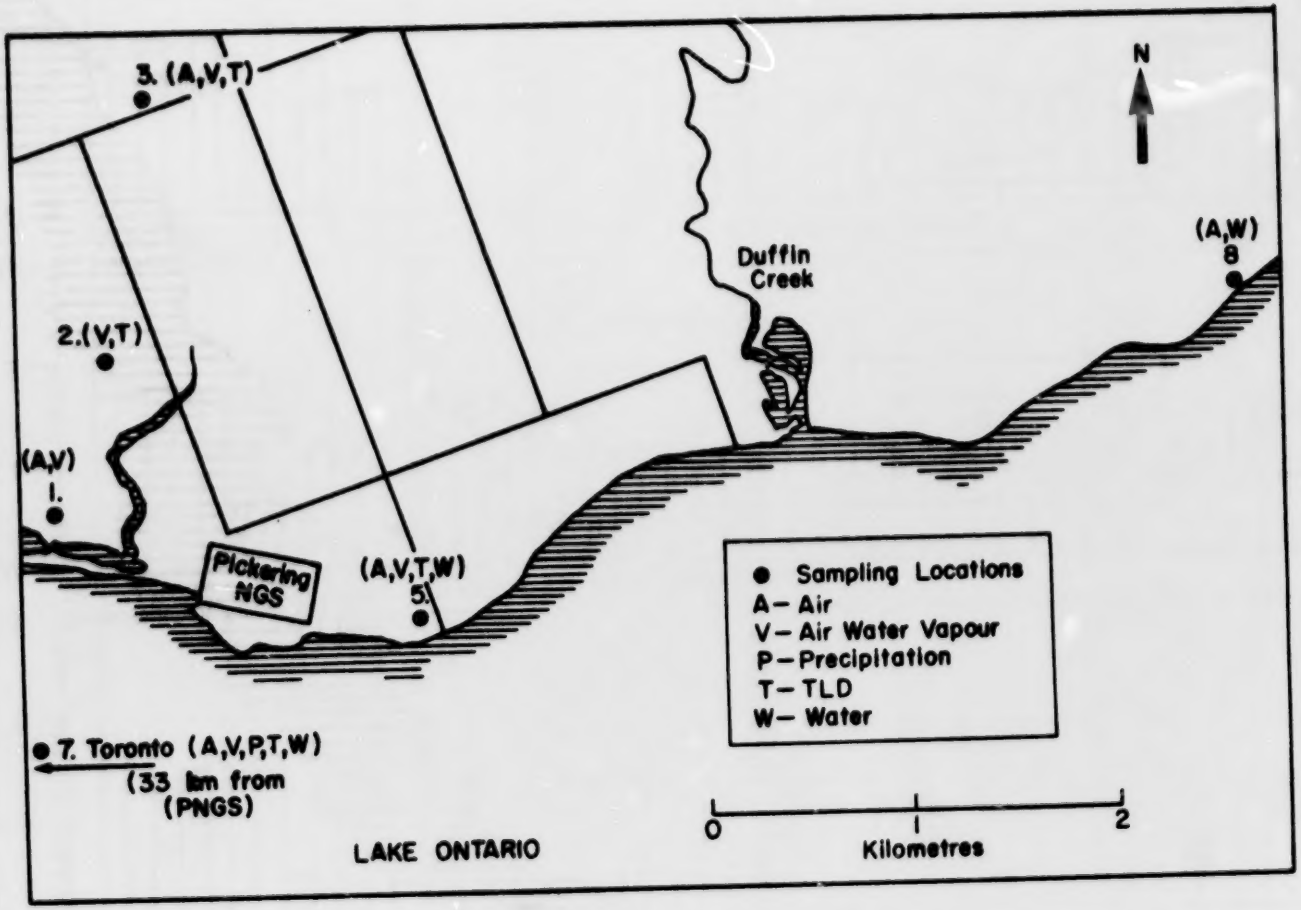

Figure 6. Sampling Locations in the Vicinity of the Pickering Nuclear Generating Station

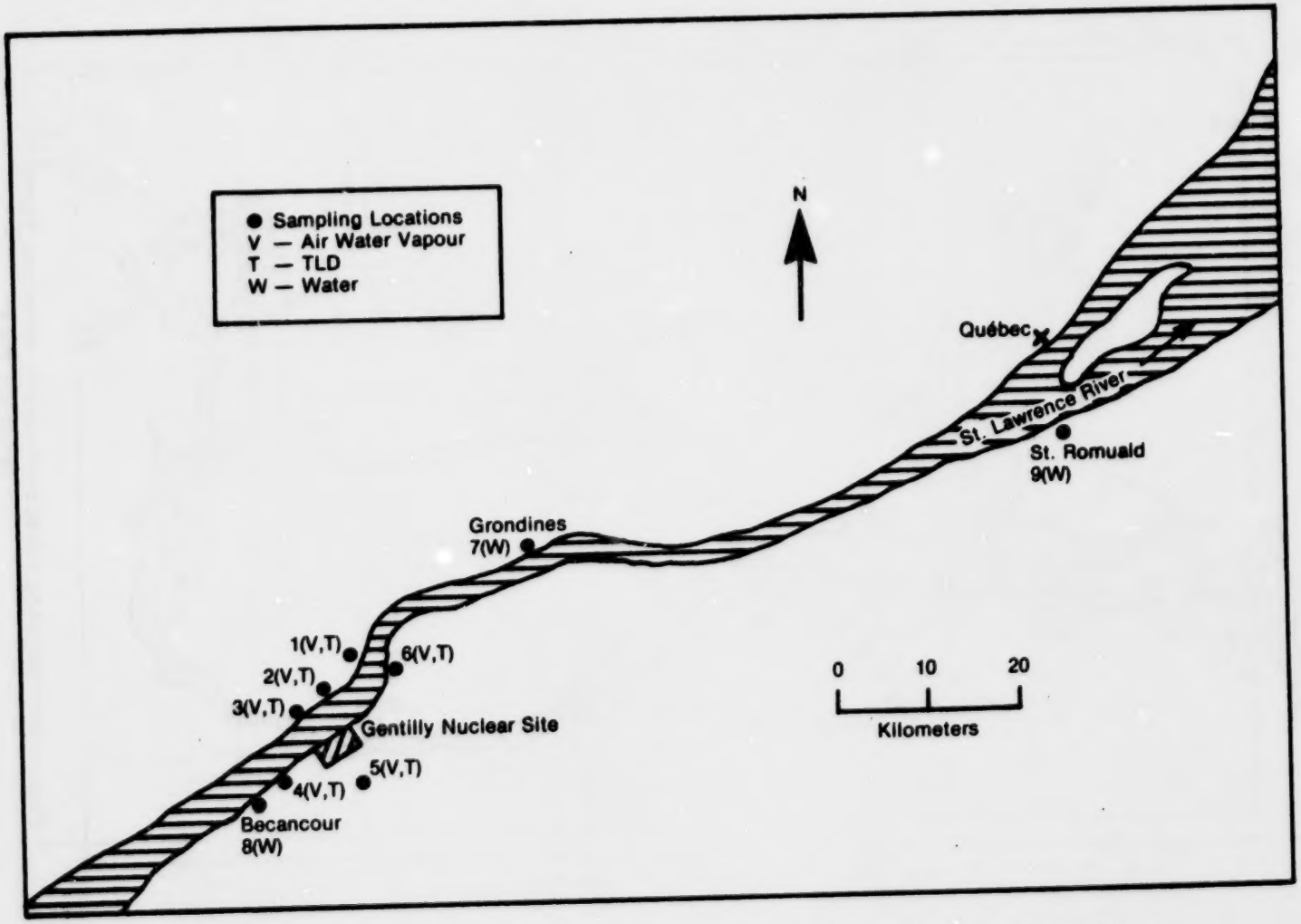

Figure 7. Sampling Locations in the Vicinity of the Gentilly Nuclear Site

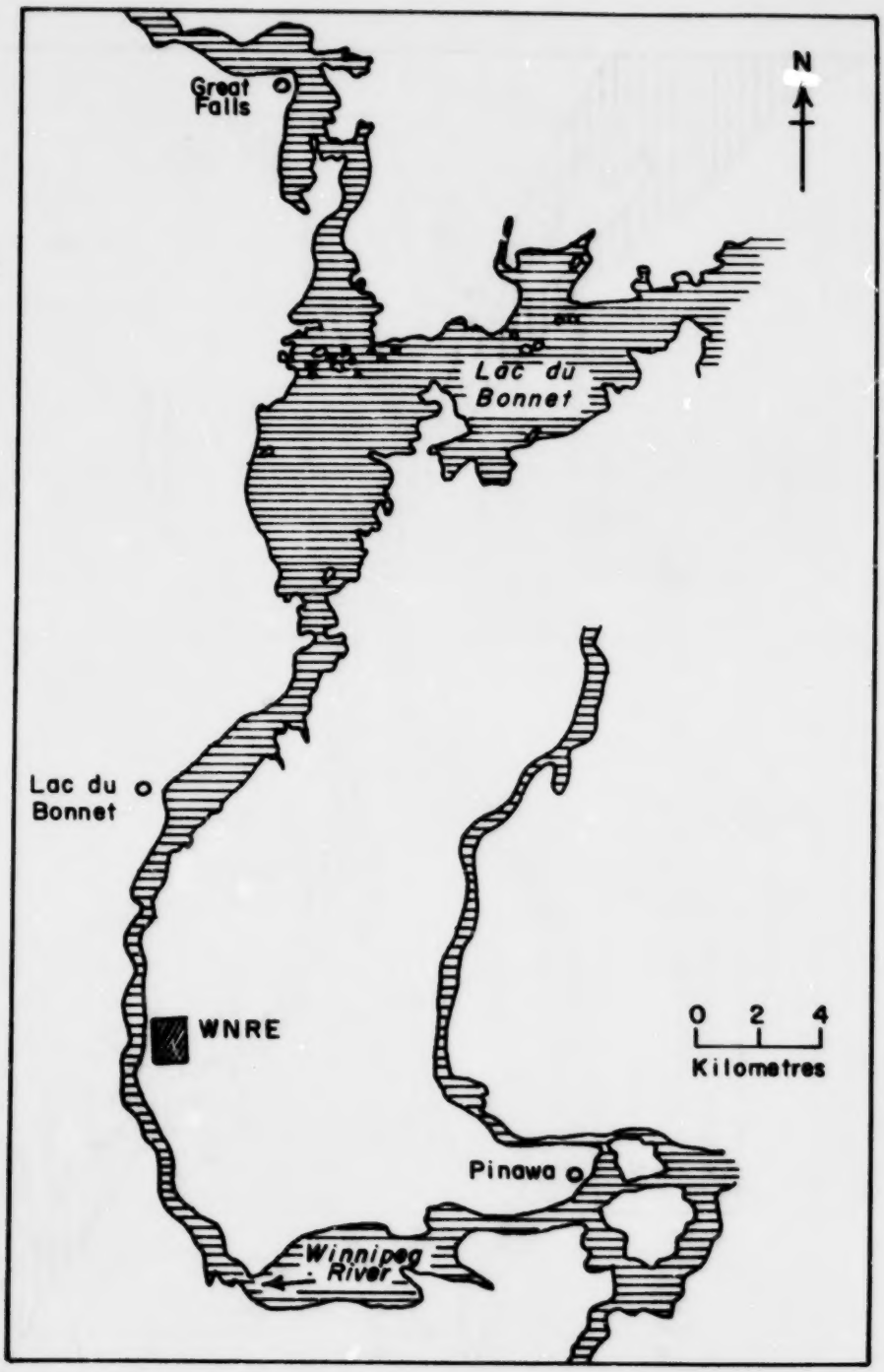

Figure 8. Sampling Locations on the Winnipeg River - Drinking Water

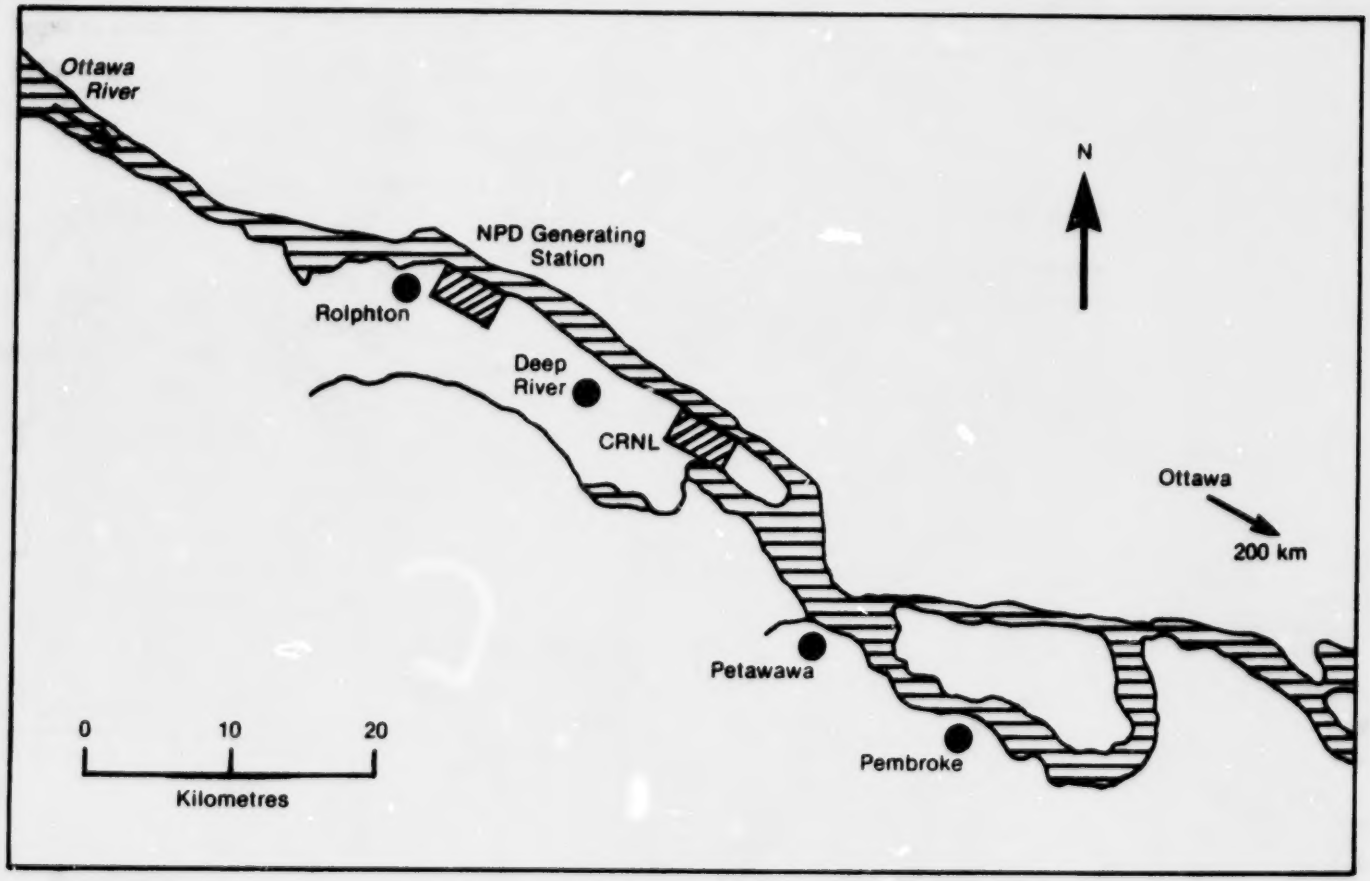

Figure 9. Sampling Locations on the Ottawa River - Drinking Water

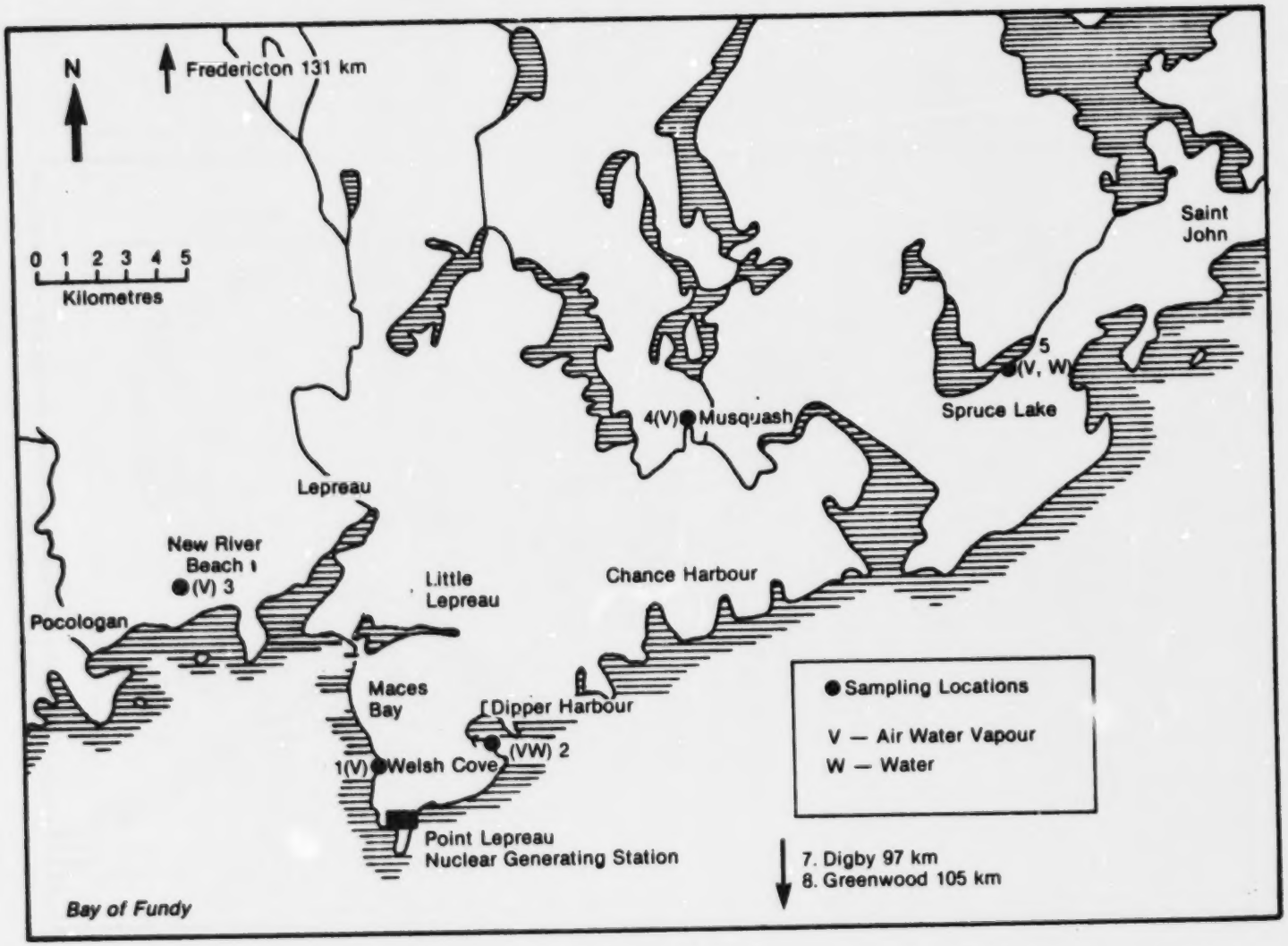

Figure 10. Sampling Locations in the Vicinity of the Point Lepreau Nuclear Generating Station

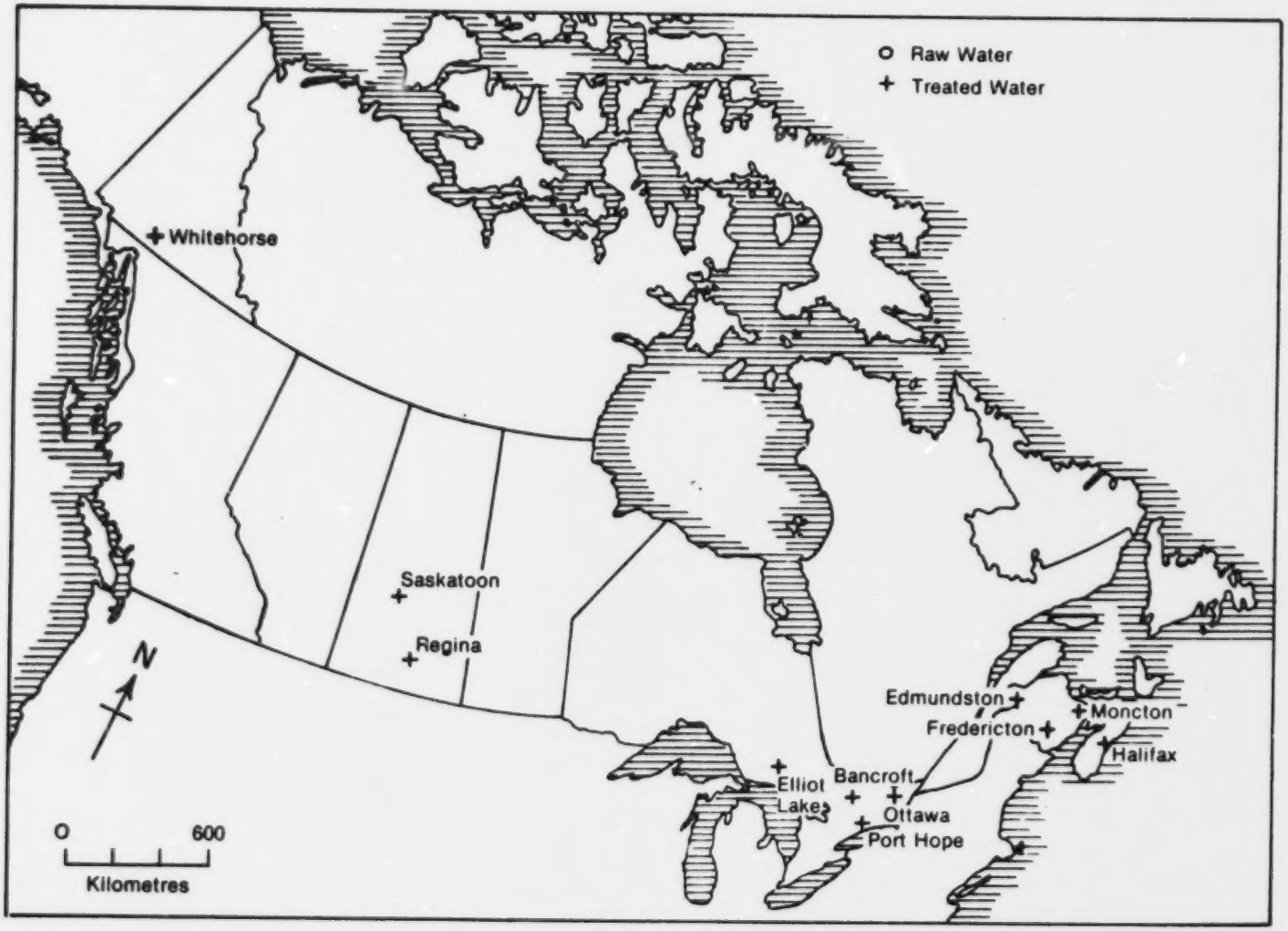

Figure 11. Canadian Sampling Station Network - Drinking Water

Canada

Santé et Bien-être social Canada
Health and Welfare Canada

84-DHM-105

La radioactivité ambiante au Canada – 1982

SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE

RAPPORT ANNUEL

LA RADIOACTIVITÉ AMBIANTE AU CANADA

1982

Direction de l'hygiène du milieu

Direction générale de la protection de la santé

Publication autorisée par le

ministre de la Santé nationale et du Bien-être social

84-DHM-105

DES EXEMPLAIRES DE CE RAPPORT PEUVENT ÊTRE OBTENUS DE LA

Direction des affaires publiques

Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social

Immeuble Brooke-Claxton

Ottawa K1A 0K9

Also available in English under the title

"Environmental Radioactivity in Canada 1982"

REMERCIEMENTS

Le présent rapport décrit le travail réalisé par la Division des dangers des rayonnements du milieu, du Bureau de la radioprotection, sous la direction de D.P. Meyerhof. Nous remercions monsieur E.G. Létourneau, directeur du Bureau, de son appui au programme.

Le rapport a été rédigé par B.L. Tracy avec la collaboration de R.G. McGregor et J.M. Quinn. Les analyses radiochimiques ont été effectuées par W.G. Awrey, C.D. Barclay, G.P. Dumouchel, K.R. Dupras, B. Gillies, L.C. Hynes, M.A. Iamello, J.M. Lahey, M.E. Lescot, A.Y. Lin, A. Mattioli, A.E. Moreira, C.E. Torrens et W.B. Walker. Les graphiques et les tableaux ont été préparés avec l'aide de J.G. Burns, N.J. Hambrook et E. Veska.

Nous tenons à remercier les ministères de l'Environnement, de l'Agriculture et de la Défense nationale, ainsi que les ministères provinciaux, les municipalités et les individus concernés, de leur collaboration à la collecte des échantillons.

SOMMAIRE

Le programme de surveillance radiologique du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social a pour but de mesurer les taux de radioactivité ambiante au Canada et d'évaluer les doses de rayonnement auxquelles la population est exposée. Au cours de l'année 1982, des études spéciales ont été effectuées sur le métabolisme des radionucléides et sur l'accumulation du radon dans les maisons privées bien isolées pour conserver l'énergie. La phase préalable à la mise en opération du programme de surveillance du réacteur de Point Lepreau est terminée. Les doses engagées prévues ont été évaluées relativement à la radioactivité naturelle permanente, aux retombées et aux études entreprises sur les réacteurs. Toutes les mesures effectuées au cours de l'année se situent en deçà des limites recommandées par la Commission internationale de protection radiologique.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
PROJETS DE RECHERCHE, B.L. Tracy	3
- Étude des répercussions des centrales énergétiques	3
- Émissions d'uranium à Port Hope	3
- Études sur la toxicité de l'uranium	4
- Concentrations de radionucléides naturels dans les os humains	5
LA RADIOACTIVITÉ PROVENANT DES RETOMBÉES, D.P. Meyerhof	6
- Air de surface et précipitations atmosphériques	6
- Lait	6
LA RADIOACTIVITÉ PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES, D.P. Meyerhof	7
- Vapeur d'eau dans l'air	8
- Eau	8
- Lait	9
- Centrale nucléaire Ginna	9
- Réacteur de Point Lepreau	9
- Contrôle aérien	11
- Université McMaster	12
- Navires à propulsion nucléaire	12
EXPOSITION AU RAYONNEMENT EXTERNE, J.M. Quinn	13
LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE, R.G. McGregor	14
- Eau de boisson	14
- Études du radon	15
ÉLABORATION DES MÉTHODES ET INSTRUMENTS, J.M. Quinn	17
RÉSUMÉ	19
RÉFÉRENCES	21
RAPPORTS ET PRÉSENTATIONS	23
TABLEAUX	24
FIGURES	40

LISTE DES TABLEAUX

Page

1. Radioactivité bêta globale dans le réseau canadien de surveillance de l'air - 1982 24

2. Radioactivité bêta globale dans le réseau canadien de surveillance des précipitations atmosphériques - 1982 25

3. Taux de césium-137 dans le réseau canadien de surveillance du lait - 1982 26

4. Taux de tritium dans la vapeur d'eau de l'air à proximité des centrales nucléaires - 1982 27

5. Taux de césium-137 dans l'eau non traitée à proximité des centrales nucléaires - 1982 28

6. Taux de strontium-90 dans l'eau non traitée à proximité des centrales nucléaires - 1982 29

7. Taux de tritium dans la vapeur d'eau de l'air - Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau - Échantillons recueillis par la New Brunswick Electric Power Commission 30

8. Taux de tritium dans la vapeur d'eau de l'air - Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau - Échantillons recueillis par la Division des dangers des rayonnements du milieu 31

9. Concentrations de radionucléides dans l'eau de boisson - Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau 32

10. Concentrations de radionucléides dans le lait - Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau 33

11. Concentrations de radionucléides dans la faune et la flore - Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau 34

12. Débits de doses de rayonnement externe aux stations environnementales ... 35

13. Débits de doses de rayonnement externe à proximité des centrales nucléaires - 1982 36

LISTE DES TABLEAUX (Suite)

Page

14. Concentrations de radium-226 dans l'eau de boisson - 1982 37

15. Concentrations d'uranium dans l'eau de boisson - 1982 38

16. Résumé des doses et des risques présumés déterminés au moyen de surveillance de la radioactivité du milieu au cours de l'année 1982 39

LISTE DES FIGURES

Page

1. Réseau canadien de stations d'échantillonnage - Air, précipitations atmosphériques et DTL 40
2. Radioactivité bêta globale, moyennes nationales 1979-1982 41
3. Réseau canadien de stations d'échantillonnage - Lait 42
4. Taux de radionucléides dans le lait, 1979-1982 43
5. Stations d'échantillonnage à proximité du complexe nucléaire de Bruce 44
6. Stations d'échantillonnage à proximité de la centrale nucléaire de Pickering 45
7. Stations d'échantillonnage à proximité de la centrale de Gentilly 46
8. Points d'échantillonnage sur la rivière Winnipeg - Eau de boisson 47
9. Points d'échantillonnage sur la rivière des Outaouais - Eau de boisson 48
10. Points d'échantillonnage à proximité de la centrale nucléaire de Point Lepreau 49
11. Réseau canadien de stations d'échantillonnage - Eau de boisson 50

INTRODUCTION

La Section des dangers des rayonnements du milieu, du Bureau de la radioprotection, étudie les effets que peuvent avoir sur la santé de la population canadienne les sources naturelles ou artificielles de radioactivité ambiante. Cette étude comprend l'évaluation des doses de rayonnements terrestres et cosmiques auxquelles la population est exposée, et les dangers que peuvent présenter pour la santé l'inhalation ou l'ingestion des particules radioactives présentes dans l'air ou dans l'eau de boisson et les aliments. Des enquêtes spéciales et un réseau national de stations d'échantillonnage permettent de recueillir les données concernant l'air, les précipitations atmosphériques, la vapeur d'eau dans l'air, l'eau de boisson et le lait.

Dans le présent rapport, les résultats pour 1982 sont présentés sous forme de tableaux. Les tendances à long terme sont illustrées par des graphiques, comme dans les rapports précédents. Les résultats sont donnés en unités SI. Les mesures de la radioactivité sont exprimées en becquerels (Bq). Un becquerel équivaut à 27 picocuries. Les doses absorbées sont indiquées en grays (Gy); un gray étant égal à 100 rads. L'équivalent de dose est exprimé en sieverts (Sv); un sievert est égal à 100 rems.

Voici un résumé des études effectuées.

- L'évaluation des répercussions sur la santé du public de la radioactivité émise par les centrales électriques fonctionnant au charbon et les centrales nucléaires a progressé.
- L'enquête menée dans la ville de Port Hope pour déterminer les concentrations d'uranium dans l'air et dans les dépôts de poussière d'uranium s'est poursuivie.
- Le projet visant à déterminer la toxicité de l'uranium dans l'eau de boisson s'est poursuivi.
- Un projet visant à mesurer les taux des radionucléides naturels dans les os humains a été entrepris.
- L'étude nationale sur les retombées radioactives attribuables aux essais d'armes nucléaires et les répercussions possibles, sur la santé du public, de la radioactivité émise par les centrales nucléaires au Canada, s'est poursuivie.
- L'étude de la radioactivité dans les environs de la centrale nucléaire de Point Lepreau au Nouveau-Brunswick, effectuée avant l'entrée en opération de celle-ci, est maintenant terminée.

- L'étude sur l'exposition au rayonnement externe s'est poursuivie dans tout le pays.
- Le programme national ayant pour objet l'étude du radium-226 et de l'uranium dans l'eau de boisson s'est poursuivi.
- Des études se poursuivent sur le radon dans les habitations.

PROJETS DE RECHERCHE

B.L. Tracy

Étude des répercussions des centrales énergétiques

En 1979, un programme a été entrepris en vue de comparer les répercussions possibles, sur la santé du public, des radionucléides provenant de la centrale de Nanticoke où l'on brûle du charbon (4000 MW(e)), et de la centrale nucléaire de Pickering (2000 MW(e)). Des études révélant que les répercussions des rayonnements émis par une centrale alimentée au charbon pourraient être comparables à celles d'une centrale nucléaire sont à l'origine de ce programme [1,2]. Le cadre général de l'étude a été exposé dans des rapports antérieurs [3,4] ainsi que les résultats préliminaires [5,6] de l'étude en cours.

Au cours de l'année 1982, toutes les analyses radiochimiques des filtres à air et des échantillons de précipitations ont été achevées. Rien ne permet de présumer que les mesures effectuées dans les environs de Nanticoke puissent être attribuées à des émissions provenant de la centrale. Les doses engagées individuelles et collectives ont été calculées sur la base d'estimations des émissions et de modèles de dispersion atmosphérique. Les doses maximales pour un individu dans les environs de Nanticoke étaient de 0,1 Sv an^{-1} par inhalation, et de 0,3 µSv an^{-1} par ingestion. D'autres auteurs ont calculé des doses atteignant jusqu'à 19 µSv an^{-1} [2] et 230 µSV an^{-1} [7]. Les valeurs plus faibles de la présente étude sont dues principalement à (i) un meilleur fonctionnement des collecteurs de particules qui empêche les cendres volantes de s'échapper par les cheminées à Nanticoke, (ii) l'utilisation d'une méthode plus réaliste pour calculer les doses ingérées. Par comparaison, la dose maximale reçue dans les environs de la centrale nucléaire de Pickering est estimée à 30 µSV an^{-1} [8].

La dose engagée totale pour la collectivité après un an d'exploitation de la centrale de Nanticoke est d'environ 0,08 personne-sievert. Ce chiffre doit être comparé à la dose collective annuelle provenant du fond naturel de rayonnement au sud de l'Ontario : 16 000 personne-sieverts. Les résultats détaillés de cette étude seront publiés sous peu.

Émissions d'uranium à Port Hope

Un programme a été entrepris en 1981 [6] pour mesurer les concentrations d'uranium et la taille des particules transportées dans l'air dans les environs de la raffinerie d'uranium de Port Hope (Ontario). La réalisation de ce programme

s'est poursuivie jusqu'en septembre 1982. Les concentrations moyennes d'uranium dans le quartier résidentiel et le quartier des affaires de la ville s'échelonnaient entre 5 et 20 ng m^{-3}, par comparaison avec un fond naturel de rayonnement d'environ 0,1 ng m^{-3} pour le sud de l'Ontario. Parfois, les concentrations observées ont atteint 450 ng m^{-3} à l'usine hydraulique située juste à l'ouest de la raffinerie. Il faudrait respirer sans interruption une concentration de 600 ng m^{-3} de composés d'uranium insolubles pendant un an pour atteindre la limite annuelle de la CIPR [9] pour le public.

Les mesures de la taille des particules ont montré que le diamètre médian de masse des particules porteuses d'uranium n'était pas beaucoup plus grand que celui des poussières ordinaires dans l'air (de 1 à 2 µm). On pourrait donc utiliser le modèle de poumon standard de la CIPR [9] pour calculer les doses. Les résultats de cette étude seront publiés sous peu.

Études sur la toxicité de l'uranium

Le programme d'étude sur la toxicité de l'uranium chez les animaux de laboratoire s'est poursuivi en collaboration avec le Bureau des dangers des produits chimiques dans le but de réévaluer la valeur courante (20 µg/L) pour la concentration maximale admissible d'uranium dans l'eau de boisson au Canada [10]. On se préoccupe également de savoir si les effets radiologiques de l'uranium sont comparables à ses effets chimiques toxiques.

Au cours de l'année 1982, une étude de 90 jours sur des lapins blancs de la Nouvelle-Zélande a été achevée. On leur a administré du nitrate d'uranyle hexahydraté dans l'eau de boisson à des concentrations de 0,96, 4,8, 25, 120 et 600 mg/L. À la fin de cette période, les lapins ont été sacrifiés et leurs tissus ont fait l'objet d'examens d'anatomo-pathologie, d'analyses chimiques et d'analyses des résidus d'uranium. Des lésions des tissus et certains effets pathologiques ont été observés chez les lapins des groupes exposés aux trois plus fortes doses. On a relevé des résidus d'uranium dans les os et les reins des animaux de tous les groupes, sauf celui exposé à la dose la plus faible. Sur la base de ces résultats, on a estimé que 0,2 % à 0,3 % de l'uranium ingéré était absorbé par le sang dans le tractus gastro-intestinal. Une étude analogue effectuée avec des rats en 1981 a montré une absorption de 0,04 % chez cette espèce. Par contraste, CIPR-30 admet un facteur d'absorption de 5 % pour les humains [9].

Une étude de fixation et de récupération chez les lapins est envisagée pour 1983. Cette étude donnera des informations sur la réversibilité des lésions des tissus et également sur les temps de rétention de l'uranium dans divers organes.

Concentrations de radionucléides naturels dans les os humains

Depuis 1958, le Bureau de la radioprotection recueille des spécimens d'os provenant d'autopsies dans les hôpitaux canadiens pour pratiquer des analyses du strontium-90. Nous proposons maintenant d'effectuer une nouvelle analyse de ces échantillons pour mesurer les concentrations de radionucléides naturels. En effet, chez les humains, environ 20 % de la dose provenant du fond naturel de rayonnement est due aux radionucléides qui se fixent dans les os [11]. Cette étude précisera la part de ces radionucléides dans la dose reçue par les Canadiens et elle permettra de dégager, le cas échéant, les variations dues à l'âge, à la période ou au lieu de domicile.

On étudiera d'abord le plomb-210, qui fournit environ 6 % de la dose totale absorbée provenant du fond naturel de rayonnement [11]. Les concentrations de ce nucléide dans les os humains seront mises en corrélation avec les concentrations dans l'air, l'eau de boisson et le régime alimentaire, ce qui permettra d'établir les principales voies qu'emprunte le plomb-210 dans l'organisme. Par la suite, les concentrations d'uranium seront mesurées dans le cadre de l'étude sur la toxicité de l'uranium.

LA RADIOACTIVITÉ PROVENANT DES RETOMBÉES

D.P. Meyerhof

Le Bureau de la radioprotection assure un programme de surveillance permanente des retombées à 27 stations dispersées dans tout le Canada. Ce programme permet de déterminer les taux de radioactivité bêta globale dans l'air de surface et dans les précipitations atmosphériques, ainsi que les taux de césium-137 dans le lait. Il n'y a pas eu d'événements inhabituels au cours de l'année 1982; les taux de retombée étaient semblables à ceux observés avant les essais d'armes nucléaires d'octobre 1980.

Air de surface et précipitations atmosphériques

Les points d'échantillonnage sont indiqués à la Figure 1. On trouvera, aux Tableaux 1 et 2, les résultats de l'analyse des taux de radioactivité bêta globale. On continue à recueillir et à analyser les filtres à air toutes les semaines. Les échantillons de précipitations atmosphériques prélevés chaque mois sont réunis tous les trimestres en vue de l'analyse. Il arrive que des échantillons soient perdus au point d'échantillonnage ou pendant le trajet vers le Bureau de la radioprotection. On trouvera à la colonne 2 du Tableau 2 le nombre des échantillons reçus. Les valeurs trimestrielles pour le dépôt sont les valeurs mesurées pour les échantillons reçus. Le dépôt annuel est pour une période de 12 mois, avec des corrections estimées pour les échantillons manquants.

Les tendances quadriennales des taux moyens au Canada sont indiquées à la Figure 2. Les taux élevés à la fin de 1980 et durant la plus grande partie de l'année 1981 résultent de l'essai d'armes nucléaires dans l'atmosphère fait par la République populaire de Chine le 16 octobre 1980. Les taux de radioactivité bêta globale mesurés dans l'air en 1982 étaient semblables aux taux mesurés en 1979 et 1980. Le dépôt de radioactivité de 1982 était la moitié de celui de 1981, et semblable aux taux de 1979 et 1980.

Lait

Des échantillons de lait entier recueillis chaque mois aux endroits indiqués sur la Figure 3 ont été analysés pour y doser le césium-137. Les résultats de ces analyses sont donnés au Tableau 3. Les taux nationaux sont comparables à ceux observés dans d'autres pays. Les concentrations moyennes dans tout le Canada sont semblables à celles observées depuis 1979, comme l'indiquent les courbes de tendance pour quatre ans de la Figure 4.

LA RADIOACTIVITÉ PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

D.P. Meyerhof

Des études sur la radioactivité du milieu sont effectuées dans le voisinage de sept réacteurs nucléaires au Canada, soit:

- au centre de recherche nucléaire de Whiteshell (AECL-WNRE), Pinawa (Manitoba);
- au complexe nucléaire de Bruce, Tiverton (Ontario), qui est doté d'un prototype de centrale de 220 MW(e), de quatre unités de 750 MW(e) en service (Bruce A) et de quatre unités de 750 MW(e) en construction (Bruce B);
- à la centrale nucléaire de Pickering, Pickering (Ontario), qui est dotée de cinq unités de 500 MW(e) en service (quatre à Pickering A et une à Pickering B), et de trois unités de 500 MW(e) en construction (Pickering B);
- à la centrale nucléaire de démonstration à Rolphton (Ontario), 25 MW(e);
- aux laboratoires nucléaires de Chalk River (AECL-CRNL), Chalk River (Ontario);
- à la centrale nucléaire de Gentilly, Gentilly (Québec), dotée d'une unité de 600 MW(e) en service et d'un réacteur prototype de 250 MW(e) fermé.

Des échantillons de vapeur d'eau dans l'air, d'eau de boisson et de lait sont recueillis aux emplacements indiqués aux Figures 5 à 10. Des mesures de débits de dose de rayonnement gamma externe sont également effectuées près de Bruce, de Pickering et de Gentilly. Les résultats de ces mesures sont étudiés ailleurs dans ce document.

Au cours de l'année 1982, une surveillance spéciale a été exercée à cause de défectuosités de fonctionnement au réacteur Robert F. Ginna, à Ontario (New York). La surveillance de l'emplacement du réacteur de Point Lepreau effectuée avant son entrée en opération, s'est terminée lorsque le réacteur a commencé à fonctionner en septembre 1982. Deux études aériennes ont été menées en collaboration avec la Commission géologique du Canada. De plus, la radioactivité dans les particules contenues dans l'air près du réacteur de recherche de l'Université McMaster à Hamilton (Ontario), ainsi que celles contenues dans l'air et dans l'eau de mer au cours des visites de navires à propulsion nucléaire en Nouvelle-Écosse, a fait l'objet d'une surveillance.

Vapeur d'eau dans l'air

La vapeur d'eau contenue dans l'air est recueillie dans des cellules métalliques qui contiennent des tamis moléculaires. Celles-ci sont placées dans le voisinage des centrales de Bruce, Pickering et Gentilly (voir les Figures 5 à 7). Pendant un mois, l'air passe à travers les cellules et dépose, sur les tamis, l'humidité recueillie dans l'atmosphère. Par la suite, les cellules sont chauffées afin de désorber l'eau recueillie, qui est ensuite analysée pour connaître son contenu en tritium.

Le programme a été modifié en 1982. Trois stations d'échantillonnage ont cessé leurs opérations parce que les terrains sur lesquels elles étaient installées ont changé de propriétaire. Il s'agit des stations de surveillance 4 et 6 à Pickering (voir la Figure 6) et de la station 1 à Bruce (Figure 5). Le fluor utilisé pour la technique de scintillation liquide a été changé, ce qui a augmenté de 40 % l'efficacité du comptage.

On trouvera les résultats pour 1982 au Tableau 4. Les limites de détection abaissées reflètent le changement de fluor. Elles dépendent également, pour chaque échantillon, du volume d'air qui passe à travers les cellules et de la teneur en humidité. Pour éviter la saturation des tamis moléculaires, de mai à septembre, les débits sont plus faibles que d'octobre à avril (0,06 $m^3\ d^{-1}$ et 0,2 $m^3\ d^{-1}$ respectivement). Les limites de détection sont des moyennes pour les deux périodes.

Les opérations ont commencé le 11 septembre et le 23 octobre pour Gentilly 2 et l'unité 5 de Pickering respectivement. Une comparaison des concentrations de tritium dans l'atmosphère en 1981 et 1982, et les courbes pour 1982 n'ont pas montré un effet sensible des nouvelles unités sur les concentrations ambiantes. Les concentrations mensuelles les plus élevées ont été mesurées à la station de surveillance 3 à Bruce et à la station 5 à Pickering. Pour toute l'année, les concentrations moyennes étaient semblables à celles mesurées au cours de l'année 1981.

Eau

Des échantillons d'eau non traitée sont recueillis chaque jour à des prises d'eau de boisson situées sur la rivière Winnipeg, les lacs Huron et Ontario, la rivière des Outaouais et le fleuve Saint-Laurent (Figures 5 à 9). On trouvera les résultats de l'analyse trimestrielle du césium-137 et du strontium-90 aux Tableaux 5 et 6. Les taux de ces deux radionucléides se sont maintenus dans les limites normales des fluctuations saisonnières et ils sont attribuables aux retombées résiduelles. Les taux les plus élevés mesurés, c'est-à-dire 7 mBq/L pour le

césium-137 et 37 mBq/L pour le strontium-90, étaient des facteurs de 7000 et 270 respectivement au-dessous des taux maximaux acceptables de 50 Bq/L et 10 Bq/L recommandés pour l'eau de boisson au Canada [10].

Lait

Toutes les semaines, des échantillons de lait cru, recueillis dans le voisinage de Whiteshell et Bruce sont analysés afin d'en déterminer la teneur en iode-131, en césium-137 et en potassium. On n'a pas trouvé de l'iode-131 dans aucun de ces endroits. Les résultats pour le césium-137, au cours de l'année 1982, sont présentés dans le Tableau 3. Les taux de césium-137, dans les échantillons de lait cru provenant de ces régions, étaient semblables à ceux détectés dans les échantillons de lait pasteurisé prélevés dans tout le réseau canadien de stations d'échantillonnage. Comme on l'a remarqué dans le passé, ces résultats donnent à penser que les taux de radionucléides relevés près des réacteurs sont surtout liés aux retombées radioactives résiduelles. Les tendances à long terme indiquées à la Figure 4 confirment également ces observations.

Centrale nucléaire Ginna

Cette centrale est située à Ontario (New York), à 35 km environ de Prince Edward County (Ontario), au Canada. Le 25 janvier 1982, une rupture du générateur de vapeur du réacteur Ginna 1 a entraîné, pendant une courte période, la libération de vapeurs contenant de petites quantités de matières radioactives. Les vents, qui soufflaient alors du nord, poussaient les matières radioactives loin du Canada. Toutefois, par mesure de précaution, on a constitué un programme de surveillance de l'air pendant deux semaines. Des échantillons de particules matérielles contenues dans l'air ont été recueillis quotidiennement à cinq stations de surveillance de l'air en Ontario et au Québec soit à Windsor, Toronto, Ottawa, Montréal et Québec. Des analyses ont été effectuées pour détecter les radionucléides émettant des rayonnements bêta et gamma. On n'a détecté aucune radioactivité pouvant être attribuée au réacteur. D'après les données recueillies à la suite de cet incident, les taux d'exposition à un demi-mille de la centrale étaient dans les limites normales du fond de rayonnement naturel.

Réacteur de Point Lepreau

Le réacteur de Point Lepreau a commencé ses opérations le 25 juillet 1982. Il a été synchronisé avec le réseau de distribution de l'électricité le 11 septembre et déclaré en fonction le 31 janvier 1983. Ces événements ont marqué la fin du

programme de surveillance effectuée avant la mise en opération, mis en oeuvre depuis 1977 dans le voisinage du réacteur par la Division des dangers des rayonnements du milieu, en collaboration avec la province du Nouveau-Brunswick. Ce programme comportait des mesures de la radioactivité dans l'eau de boisson, le lait, la faune et la flore, ainsi que dans la vapeur d'eau dans l'air. Les résultats de ces études ont été publiés dans des rapports antérieurs [3,4,5,6,12,13,14]. Cependant, comme à l'avenir les résultats seront évalués par comparaison avec ceux des études effectuées avant la mise en opération, les résultats complets de ce programme sont présentés aux Tableaux 7 à 11. Les points d'échantillonnage sont indiqués à la Figure 10.

Depuis 1977, la Division a analysé des échantillons de vapeur d'eau dans l'air recueillis par la New Brunswick Electric Power Commission à Welsh Cove et Dipper Harbour, pour mesurer les taux de tritium. Six stations d'échantillonnage ont été installées en juin 1980 soit trois à moins de 10 km du réacteur et trois dans un rayon de 20 à 150 km. À la demande de la Nouvelle-Écosse, deux stations ont été installées à ce moment, le long de la côte nord de la Nouvelle-Écosse, à Digby et à Greenwood.

On trouvera aux Tableaux 7 et 8 les résultats des programmes d'échantillonnage du tritium. Les taux étaient en général inférieurs aux limites de détection de la méthode. L'éventail des taux et la fréquence de détection sont semblables à ceux de la New Brunswick Electric Power Commission [15]. Les résultats sont également semblables à ceux obtenus aux stations de surveillance de la radioactivité ambiante du Bureau de la radioprotection dans les environs d'autres centrales nucléaires au Canada. Des taux de tritium atteignant 1 Bq/m^{-3} environ une fois par année ne sont pas rares à ces stations.

De 1977 à 1980, on a recueilli de l'eau de boisson à Spruce Lake et à Welch Cove. Les résultats de ces prélèvements apparaissent au Tableau 9. Les taux de césium-137 et de strontium-90 à Spruce Lake sont semblables à ceux observés dans d'autres régions du Canada. L'eau de Welch Cove provenait d'un puits de 23 mètres. Des taux de strontium-90 étaient réduits d'un facteur de 20 par comparaison avec les eaux de surface, à cause de l'action de filtration du sol au-dessus de la nappe aquifère.

Le lait cru a été recueilli dans une laiterie située à 32 km à l'est de la station au cours des années 1977 et 1978 (Tableau 10). Comme on l'a observé dans des rapports précédents, les taux de strontium-90 et de césium-137 étaient trois

fois supérieurs à ceux mesurés dans le lait pasteurisé recueilli à Moncton [13,14]. Cette différence ne peut être expliquée par le traitement du lait en vue de sa vente au détail. Les taux de césium-137 dans les échantillons de lait cru provenant du voisinage des stations de Whiteshell et de Bruce ont constamment été semblables à la moyenne observée au Canada pour le lait pasteurisé. La ferme qui fournissait ce lait a cessé ses opérations à la fin de 1978. Les taux relevés ne présentaient pas un danger important pour la santé du public. En fait, les résultats obtenus démontrent l'échelle de variabilité que l'on peut trouver dans les différents troupeaux de bêtes laitières.

On a recueilli, dans le voisinage de la centrale, des échantillons de fruits de mer et d'algues comestibles : palourdes, morue, rhodyménie palmé (algue rouge, séchée), hareng, homard et bigorneaux. Les échantillons ont été divisés en parties comestibles et arêtes (ou coquilles). Les teneurs en césium-137, strontium-90, potassium et calcium ont été déterminées dans les parties comestibles. On trouvera les résultats de ces analyses au Tableau 11. Comme on l'a observé précédemment [12], les taux de césium-137 et de strontium-90 sont une ou deux fois inférieurs à ceux trouvés dans les animaux d'eau douce recueillis dans la rivière des Outaouais. Les taux de potassium globaux sont comparables à ceux détectés dans les animaux vivant en eau douce. Les taux de calcium mesurés dans les arêtes de morue étaient également semblables à ceux des poissons d'eau douce.

Contrôle aérien

Des enquêtes de routine effectuées par la Commission géologique du Canada près des laboratoires nucléaires d'Énergie atomique du Canada Ltée à Chalk River ont fait ressortir la présence d'argon-41, qui est l'un des gaz nobles radioactifs produits dans les réacteurs nucléaires par l'activation de l'argon-40 dans l'air. En décembre 1981, la Commission géologique du Canada a utilisé son spectromètre aéroporté pour effectuer une cartographie du panache de Chalk River. Les résultats de ces observations ont été réunis dans un rapport préparé pour le Bureau de la radioprotection [16]. En juin 1982, un vol de surveillance a été organisé par le Bureau près du complexe nucléaire de Bruce pour déterminer s'il y avait un panache visible à cet endroit [17]. On a relevé la présence d'argon-41, à des taux inférieurs à ceux de Chalk River, ce radionucléide s'échappait du réacteur nucléaire de Douglas Point. Aucune radioactivité provenant des quatre réacteurs nucléaires de Bruce n'était visible dans les spectres. Ces vols ont démontré l'utilité des aéronefs à voilure fixe pour délimiter les panaches radioactifs dans des conditions normales, et en cas d'accident.

Université McMaster

Les taux de radioactivité bêta globale des filtres à air étaient normaux.

Navires à propulsion nucléaire

En 1982, dix sous-marins atomiques ont visité Shearwater, en Nouvelle-Écosse. La radioactivité bêta globale des filtres à air et la radioactivité gamma globale d'échantillons d'eau de mer avant, pendant et après la visite ont été mesurées. On n'a détecté aucune activité qui pourrait être attribuée à des décharges des sous-marins.

EXPOSITION AU RAYONNEMENT EXTERNE

J.M. Quinn

Des mesures trimestrielles des débits de dose de rayonnement gamma externe sont effectuées, à l'aide de dosimètres thermoluminescents (DTL) dans 13 stations environnementales et dans 12 stations à proximité de trois centrales nucléaires. Une augmentation des débits de dose à proximité des réacteurs nucléaires serait l'indice de décharges radioactives au cours de l'exploitation des réacteurs. On peut voir à la Figure 1 les 13 villes où sont effectuées les mesures des débits de dose de rayonnement dans l'environnement. Les dosimètres sont fixés à l'abri qui protège le matériel d'échantillonnage de l'air. Les Figures 5 à 7 montrent l'emplacement des 12 stations de surveillance du territoire environnant les réacteurs de Bruce, Pickering et Gentilly. À ces endroits, les dosimètres thermoluminescents sont fixés à l'abri qui protège le matériel d'échantillonnage de la vapeur d'eau dans l'air.

On trouvera aux Tableaux 12 et 13 les débits de dose moyens trimestriels pour 1982, ainsi que les doses annuelles cumulées. Il arrive parfois que des dosimètres soient perdus pendant le transport ou détruits par des vandales sur les lieux mêmes où ils sont installés. Dans ces cas, aucun résultat n'est rapporté, mais, lorsqu'on calcule la dose cumulée, on présume que la mesure perdue est égale à la dose moyenne des autres trimestres. Les valeurs présentées au Tableau 12, pour les débits de dose mesurés dans les stations environnementales, indiquent la plage des débits de dose normaux pour le fond naturel de rayonnement à l'échelle du Canada. Les valeurs présentées au Tableau 13, pour les débits de dose mesurés à proximité des réacteurs, sont dans les mêmes limites que celles qui montrent que ces doses sont attribuables à un rayonnement naturel normal.

Pour la première fois cette année, les mesures ont été prises à l'aide du lecteur Victoreen 2810 de dosimètre thermoluminescent nouvellement acquis, qui est doté de pastilles de CaF_2:Mn encapsulées dans le verre. La sensibilité et la plage du lecteur, décrites dans le rapport annuel de 1981 [6] ont de beaucoup amélioré la fiabilité des résultats.

LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE

R.G. McGregor

Les études sur les doses de rayonnement attribuables à la radioactivité naturelle auxquelles la population est exposée ont été poursuivies en procédant à des analyses radiochimiques de l'eau de boisson. Le radium-226 a été choisi pour cette étude, en raison de sa forte radiotoxicité; l'uranium total a également été mesuré à cause de sa toxicité chimique et parce qu'il est le précurseur d'une chaîne de descendants radioactifs. Les concentrations mesurées au cours de l'année 1982 étaient toutes en deçà des concentrations maximales acceptables de 1 Bq/L pour le radium-226 et de 20 µg/L pour l'uranium, prescrites dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, 1978 [10]. D'autres études sur la présence du radon dans les maisons d'habitation ont également été entreprises au cours de l'année 1982.

Eau de boisson

Le programme visant à déterminer les taux de radioactivité naturelle dans l'eau de boisson traitée et leurs effets possibles sur la santé des humains s'est poursuivi. Chaque mois, on a effectué l'analyse d'échantillons composites de l'eau de boisson prélevée dans les 11 municipalités énumérées à la Figure 11. Le programme a été interrompu dans les municipalités de Bancroft, Halifax, Saskatoon et Whitehorse après le mois de juillet à cause des taux constamment bas, ou non mesurables, relevés en 1981 et 1982. Les municipalités d'Edmunston, de Fredericton et de Moncton (toutes situées au Nouveau-Brunswick) ont été ajoutées au programme en août.

Les résultats sont présentés dans les Tableaux 14 et 15. Dans l'ensemble, les concentrations de radium-226 relevées se situaient à la limite de détection de 5 mBq/L ou près de celle-ci. C'est à Elliot Lake que l'on continue d'observer les concentrations les plus élevées qui ont atteint 29 mBq/L en février, tant pour les eaux traitées que pour les eaux non traitées. Cette ville se trouve au centre de l'industrie minière de l'uranium de l'Ontario.

Les taux d'uranium présentés dans le Tableau 15 laissent voir des différences considérables en fonction du temps et de l'emplacement. Comme précédemment, les concentrations les plus élevées ont été relevées à Regina (10,5 µg/L en août). Ce sont des sources souterraines qui satisfont une partie des besoins en eau de boisson de cette ville, tandis que toutes les autres localités, à l'exception d'Edmunston et de Fredericton, s'approvisionnent entièrement dans les eaux de surface.

Un programme visant à déterminer les taux de radioactivité naturelle de l'eau de boisson non traitée pour les localités du Nouveau-Brunswick approvisionnées par des nappes souterraines a été instauré en collaboration avec le ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick. On a prélevé des échantillons au hasard à 53 emplacements desservant 35 localités pour déceler la présence de plomb-210, de radon-222, de radium-226 et d'uranium. Les concentrations de radon-222 s'échelonnaient de la limite de détection de 0,4 Bq/L à un maximum de 39 Bq/L. Les concentrations de radium-226 et d'uranium s'échelonnaient des limites de détection de 5 mBq/L et 0,1 µg/L à des maxima de 12 mBq/L et 3,9 µg/L respectivement.

Études du radon

Depuis 1977, le Bureau de la radioprotection a mesuré les concentrations du radon et de ses produits de filiation dans 14 000 maisons privées dans 18 villes du Canada. Au point de vue statistique, ces études ont permis de dégager des différences importantes dans les concentrations moyennes de radon dans divers lieux géographiques, ce qui correspond aux attentes fondées sur les formations géologiques dans tout le pays. Dans un nombre restreint, mais cependant significatif, de maisons d'habitation de certaines villes, on a observé que les concentrations du radon et de ses produits de filiation étaient plus élevées. On a analysé le rapport entre le cancer du poumon et les concentrations de produits de filiation du radon, l'usage du tabac et les indicateurs socio-économiques [18]. Les résultats de cette analyse n'ont pas permis d'établir un rapport entre les concentrations des produits de filiation du radon et les taux de décès dus au cancer du poumon, que l'on tienne compte ou non des différences relatives à l'usage du tabac dans les villes étudiées. Les résultats ne confirment pas, et ils n'éliminent pas non plus, le risque de cancer dû à l'exposition chronique à de faibles concentrations de radon dans les maisons d'habitation au Canada. Toutefois, ces résultats donnent à penser que l'effet de ces expositions sur les taux de décès dus au cancer du poumon doit être très faible comparé aux effets de l'usage du tabac.

La mise en oeuvre de programmes de conservation de l'énergie visant à réduire la circulation de l'air dans les maisons a pour conséquence d'augmenter l'exposition au radon et à ses produits de filiation. Le Bureau de la radioprotection, en collaboration avec la Société canadienne d'hypothèques et de logement, entreprend une étude des concentrations de radon dans 35 maisons bien isolées pour conserver l'énergie qui sont situées dans la région de la Capitale nationale. On observe les fluctuations saisonnières des concentrations et de la stratification du radon dans

les maisons en procédant à l'analyse de toute une gamme d'échantillons pris au hasard et en mettant en oeuvre des techniques de mesure en fonction du temps. Cette étude se poursuivra jusqu'à janvier 1984.

ÉLABORATION DES MÉTHODES ET DES INSTRUMENTS

J.M. Quinn

Deux méthodes, l'électro-déposition et la co-précipitation, utilisées pour la détermination du thorium et d'autres actinides par la spectrométrie alpha ont été comparées. Si ces deux méthodes ont leurs avantages, la co-précipitation semble être la plus fiable des deux.

Des cocktails de scintillation liquide du commerce ont été évalués pour remplacer le cocktail actuellement préparé en laboratoire. Le nouveau cocktail a un bien meilleur facteur de mérite (carré de l'efficacité divisé par les comptages de l'échantillon à blanc). Ainsi, le temps nécessaire pour l'analyse du tritium est réduit.

Aptec Engineering Ltd. of Canada, Approvisionnements et Services Canada et le Bureau de la radioprotection ont conclu un accord pour mettre au point un système de détection du germanium couvrant une vaste région dont les données seront enregistrées par un ordinateur central qui en fera l'analyse. Ces recherches sont actuellement en cours et seront achevées en 1984.

Les capacités de spectroscopie gamma ont été augmentées avec l'acquisition d'un bouclier de plomb pour le détecteur coaxial de rayonnement gamma et X du germanium. Ce détecteur a été étalonné et on a préparé des programmes informatisés pour lui permettre d'analyser les données.

On a également évalué les coûts de remplacement et d'achat des appareils suivants : un système automatique de comptage des rayonnements alpha et bêta de faible intensité, un fluoromètre pour l'analyse de l'uranium et un moniteur intégrateur des produits de filiation du radon pour remplacer la technique actuelle d'échantillonnage au hasard.

Des améliorations ont été apportées aux méthodes d'analyse pour doser les résidus d'uranium dans les tissus de lapins (voir Projets de recherche). On a obtenu des interférences chimiques plus importantes que pour l'étude précédente effectuée avec les tissus de rats, à cause de la taille des échantillons.

Les programmes de contrôle de la qualité des laboratoires se sont poursuivis par la participation à des comparaisons entre laboratoires parrainées par l'Environmental Protection Agency des États-Unis, l'Organisation mondiale de la Santé et l'Agence internationale de l'énergie atomique. Au cours de l'année 1981, on a analysé des échantillons de lait et d'aliments pour mesurer les concentrations de

potassium-40, de strontium-89, de strontium-90, d'iode-131 et de césium-137. On a également analysé des filtres à air pour mesurer les rayonnements bêta et alpha, et des échantillons d'eau pour mesurer les rayonnements bêta et alpha et les concentrations de tritium, de radium-226 et d'uranium. On a également analysé un échantillon de la végétation pour mesurer les concentrations de beryllium-7, de strontium-90 et de césium-137.

RÉSUMÉ

Les études effectuées au cours de l'année 1982 ont permis d'établir des estimations des équivalents de doses engagées effectives pour un certain nombre de radionucléides dangereux qui peuvent atteindre de nombreux Canadiens, parce qu'ils sont présents dans les aliments ou dans l'eau de boisson, ou parce qu'ils sont véhiculés par l'air. On peut voir, au Tableau 16, un résumé de ces doses, ainsi que les mesures de l'exposition annuelle au rayonnement gamma externe et les risques associés.

On indique au tableau les limites des doses mesurées dans le cadre de chaque programme en fonction des concentrations de radionucléides les plus élevées et les plus basses mesurées annuellement. Le tableau indique également les points où les doses maximales ont été relevées. Les doses de tritium dans la vapeur d'eau dans l'air ont été calculées en supposant une exposition ininterrompue, tout au long de l'année, à la concentration mensuelle la plus forte mesurée dans le voisinage des réacteurs nucléaires. On a tenu compte des radionucléides absorbés par inhalation et par voie cutanée. Les données relatives à la consommation alimentaire des Canadiens [19] ont été utilisées pour calculer l'apport en lait. Les modèles dosimétriques publiés récemment par la CIPR et les évaluations des risques ont servi pour calculer les doses et évaluer les risques [9,20].

Comme il a été indiqué précédemment [6], le fond naturel de rayonnement est beaucoup plus important que les apports provenant des retombées résiduelles des essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère, ou des décharges radioactives des réacteurs. Ces doses de rayonnement gamma externe ne représentent qu'à peu près 50 % du fond naturel de rayonnement auquel les Canadiens sont exposés. Le reste est attribuable à des radionucléides cosmogéniques et primordiaux - surtout du carbone-14, du potassium-40, du plomb-210 et du radon-222.

Les doses provenant des produits de fission dans l'eau et le lait dus aux retombées radioactives sont inférieures d'un ordre de grandeur à celles imputables aux radionucléides naturels présents dans l'eau de boisson. Comme les années précédentes, les décharges de tritium dans l'atmosphère étaient les seules émissions habituelles provenant des centrales nucléaires canadiennes qui puissent être mesurées. Toutes ces expositions se tenaient dans les limites recommandées par la CIPR.

Les risques indiqués au Tableau 16 ont été évalués à la puissance 10 la plus rapprochée, parce qu'il est difficile de déterminer exactement les dommages associés à ces doses. Ils représentent la probabilité de souffrir d'un cancer fatal au cours d'une vie. Au Canada, le risque total, au cours d'une vie, est d'environ 0,2 [21]. Par comparaison, les risques indiqués au Tableau 16 sont négligeables.

RÉFÉRENCES

1. Eisenbud, M. and H.G. Petrow, "Radioactivity in the Atmospheric Effluents of Power Plants that Use Fossil Fuels", Science 144, 288, 1964.

2. McBride, J.P., R.E. Moore, J.P. Whitherspoon and R.E. Blanco, "Radiological Impact of Airborne Effluents of Coal and Nuclear Plans", Science 202, 1045, 1978.

3. Direction de l'hygiène du milieu, "La radioactivité ambiante au Csnada, janvier-juin, 1979", 80-DHM-51, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1980.

4. Direction de l'hygiène du milieu, "La radioactivité ambiante au Canada, juillet-décembre,1979", 82-DHM-76, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1982.

5. Direction de l'hygiène du milieu, "La radioactivité ambiante au Canada, 1980", 82-DHM-90, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1982.

6. Direction de l'hygiène du milieu, "La radioactivité ambiante au Canada, 1981", 83-DHM-102, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1983.

7. Camplin, W.C., "Coal-Fired Power Stations - the Radiological Impact of Effluent Discharges to the Atmosphere", NRPB-R107, National Radiological Protection Board, Harwell-Didcot, Oxon, 1980.

8. Ontario Hydro, "Annual Summary of Radiological Data for 1979", SSD-AR-79, Pickering, Ontario, 1980.

9. International Commission on Radiological Protection "Limits for Intakes of Radionuclides by Workers", ICPR Publication 30, Supplement to Part I, Pergamon Press, Oxford, 1979.

10. Groupe de travail fédéral-provincial sur l'eau potable, "Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, 1978", Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1979.

11. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), "Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects", United Nations, New York, 1982, p. 220.

12. Direction de l'hygiène du milieu, "La radioactivité ambiante au Canada, juillet-décembre 1977", 79-DHM-31, Santé et Bien-être social Canada, 1979.

13. Direction de l'hygiène du milieu, "La radioactivité ambiante au Canada, janvier-juin, 1978", 79-DHM-35, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1979.

14. Direction de l'hygiène du milieu, "La radioactivité ambiante au Canada, juillet-décembre, 1978", 79-DHM-38, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1979.

15. New Brunswick Electric Power Commission "Pre-operational Environmental Radiation Monitoring Data for Point Lepreau Generating Station", Health Physics Department, Reports NBEPC-HP-79-1, NBEPC-HP-80-1, NBEPC-HP-82-1, BSI HP 07000-83-1, Fredericton, N.-B.

16. Holman, P.B. and R.L. Grasty, "Mapping the Argon-41 Plume from the Chalk River Nuclear Reactor", Geological Survey of Canada Energy Mines and Resources, Ottawa, 1982.

17. Holman, P.B. and R.L. Grasty, "Mapping the Argon-41 Plume from the Douglas Point Nuclear Reactor", Geological Survey of Canada, Energy Mines and Resources, Ottawa, 1982.

18. Létourneau, E.G., Y. Mao, R.G. McGregor, R. Seminciu., M.H. Smith and D.T. Wigle., "Lung Cancer Mortality and Indoor Radon Concentrations in 18 Canadian Cities" 16th Midyear Topical Meeting "Epidemiology Applied to Health Physics" Health Physics Society, January 9-13, 1983, CONF-830101, 470-483.

19. Nutrition Canada, Bureau des sciences de la nutrition, "Rapport sur les habitudes alimentaires", Direction générale de la protection de la santé, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, 1976.

20. International Commission on Radiological Protection, "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 26, Pergamon Press, Oxford, 1977.

21. Santé et Bien-être social Canada et Statistique Canada, "Répartition géographique de la mortalité au Canada, volume 1: Cancer", Santé et Bien-être social Canada et Conseil du Trésor, Ottawa, 1980.

RAPPORTS ET PRÉSENTATIONS

1. Meyerhof,D.P., "Emergency Planning in Case of Major Accidents at Nuclear Power Plants", Canada-France Health Technology Symposium, Toronto, 17 mars 1982.

2. Gilman, A.P., D.C. Villeneuve, V.E. Secours, V.E. Valli, A.P. Yagminas, B.L. Tracy and J.M. Quinn "Subacute and Subchronic Toxicity of Uranyl Nitrate in the Rat", présenté à la Fédération canadienne des sociétés de biologie, Edmonton, 14-17 juin 1982.

3. Gilman, A.P., D.C. Villeneuve, V.E. Secours, V.E. Valli, A.P. Yagminas, B.L. Tracy and J.M. Quinn, "Environmental Uranium: Its Subchronic Toxicity for Mammals", présenté à l'American Public Health Association, Montréal, 15-18 novembre 1982.

4. McGregor, R.G., "Measurement of Radon and Radon Daughter Levels in Canada", Environmental Measurements Laboratory Radon Workshop, New York, 30 novembre-1er décembre 1982.

5. Meyerhof, D.P., "Federal Nuclear Emergency Response Plan", Federal/Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health Meeting, Ottawa, 9 décembre 1982.

6. Tracy, B.L. and F.A. Prantl, "Radioactivity Emissions from a Coal-Fired Generating Station", Health Physics Research Abstracts, IAEA, 1982.

7. Tracy, B.L., "Lead-210 and Uranium in Human Bone", Health Physics Research Abstracts, IAEA, 1982.

Tableau 1. Radioactivité bêta globale dans le réseau canadien de surveillance de l'air pour 1982

(Millibecquerels par mètre cube)

Station d'échantillonnage	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	AoÛt	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
Calgary	0,0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,2
Churchill	1,5	1,6	1,4	0,9	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,6	0,8	0,5	0,7
Coral Harbour	1,0	2,9	1,3	0,8	0,3	0,2	0.2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,7	0,7
Digby	0,8	0,0	0,0	0,5	0,2	0,2	0,4	0,3	0,0	0,6	0,5	0,3	0,4
Edmonton	1,6	1,2	0,9	0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	1,0	0,7	0,7
Fredericton	0,8	0,7	0,6	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5
Goose Bay	0,8	1,1	0,7	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4
Greenwood	0,5	0,8	0,6	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
Halifax	0,4	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4
Hay River	0,0	0,0	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	1,5	0,7
Inuvik	1,1	1,0	1,4	1,0	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,8	0,9	0,7
McMaster	2,0	1,2	0,8	0,8	2,0	0,5	0,8	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0
Montréal	0,8	1,0	0,9	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,6
Moosonee	0,8	0,8	0,7	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4
Ottawa	0,6	0,6	0,1	0,6	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
Québec	0,8	0,7	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,0	0,4	0,3	0,4	0,5
B.R.*	0,3	0,4	0,6	0,8	0,6	1,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6
Regina	1,0	0,6	0,7	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,6	0,8	1,1	0,6
Resolute	0,8	0,6	1,4	0,8	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	0,5	0,6
Saskatoon	0,8	0,7	0,7	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	1,2	1,1	0,6
Sault-Ste-Marie	0,9	1,0	0,7	0,7	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6
Saint-Jean (T.-N.)	0,4	0,7	0,6	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Thunder Bay	1,3	1,6	1,2	0,9	0,5	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6	0,9	1,1	0,9
Toronto	1,0	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,8	0,6	0,8	0,7	0,6
Vancouver	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2
Whitehorse	0,4	0,9	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,8	0,8	0,5
Windsor	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8
Winnipeg	1,2	1,2	0,9	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	0,7
Yellowknife	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,0	0,9	0,3
Moyenne nationale	0,8	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6

B.R. = Bureau de la radioprotection, Ottawa

Tableau 2. Radioactivité bêta globale dans le réseau canadien de surveillance des précipitations atmosphériques pour 1982

Station	Total nos d'échantillons	Premier trimestre		Deuxième trimestre		Troisième trimestre		Quatrième trimestre		Dépot total annuel
		BQ/L*	GBQ/KM2*	BQ/L	GBQ/KM2	BQ/L	GBQ/KM2	BQ/L	GBQ/KM2	GBQ/KM2
Calgary	12	0,5	0,032	0,3	0,046	0,2	0,034	1,1	0,021	0,133
Churchill	12	0,4	0,031	0,2	0,043	0,3	0,063	0,3	0,028	0,165
Coral Harbour	11	1,3	0,027	0,4	0,024	0,3	0,034	0,2	0,016	0,111
Digby	12	0,0	0,009	0,2	0,066	0,2	0,051	0,2	0,065	0,192
Edmonton	12	0,3	0,045	0,8	0,058	0,2	0,075	0,7	0,039	0,217
Fredericton	12	0,1	0,045	0,2	0,043	0,2	0,065	0,2	0,051	0,204
Goose Bay	12	0,2	0,043	0,2	0,044	0,2	0,049	0,1	0,024	0,160
Greenwood	12	0,2	0,068	0,2	0,045	0,2	0,044	0,3	0,039	0,196
Halifax	12	0,2	0,058	0,1	0,050	0,2	0,071	0,3	0,052	0,230
Hay River	12	0,4	0,026	0,6	0,047	0,6	0,057	0,6	0,038	0,168
Inuvik	9	0,0	0,000	0,4	0,026	0,6	0,038	0,3	0,018	0,109
Montréal	11	0,3	0,056	0,5	0,071	0,2	0,050	0,5	0,098	0,300
Moosonee	12	0,4	0,035	0,3	0,053	0,4	0,077	0,2	0,033	0,198
Ottawa**	12	0,2	0,040	0,4	0,078	0,2	0,059	0,1	0,037	0,214
Québec	12	0,2	0,044	0,4	0,100	0,2	0,078	0,1	0,037	0,258
B.R.**	12	0,1	0,020	0,3	0,059	0,3	0,063	0,2	0,061	0,204
Regina	12	0,6	0,037	0,7	0,080	0,5	0,076	0,5	0,025	0,219
Resolute	12	0,5	0,048	1,8	0,048	0,2	0,012	2,4	0,022	0,130
Saskatoon	12	1,6	0,042	0,4	0,064	0,4	0,068	1,2	0,043	0,216
Sault-Ste-Marie	12	0,4	0,089	1,1	0,229	0,4	0,116	0,2	0,053	0,487
Saint-Jean (T.-N.)	9	0,1	0,035	0,1	0,013	0,1	0,045	0,1	0,038	0,174
Thunder Bay	12	0,4	0,051	0,3	0,062	0,3	0,113	0,3	0,065	0,291
Toronto	12	0,6	0,103	0,3	0,081	0,3	0,083	0,3	0,067	0,334
Vancouver	12	0,0	0,027	0,6	0,024	0,2	0,034	0,1	0,051	0,137
Whitehorse	12	0,3	0,014	1,1	0,022	0,4	0,047	0,4	0,030	0,114
Windsor	12	0,2	0,033	0,2	0,043	0,4	0,065	0,2	0,060	0,201
Winnipeg	12	0,5	0,029	1,2	0,107	0,4	0,089	0,5	0,050	0,275
Yellowknife	12	0,9	0,025	0,9	0,056	0,6	0,052	0,6	0,033	0,165
Moyenne nationale										0,200

* BQ/L = Becquerel par litre
GBQ/KM2 = Gigabecquerels par kilomètre carré

** Ottawa = Aéroport international d'Ottawa
B.R. = Bureau de la Radioprotection, Ottawa

Tableau 3. Taux de césium-137 dans le réseau canadien de surveillance du lait - 1982

(Becquerels par litre)

Station	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne annuelle
Calgary, Alta.	*	*	0,19	0,32	*	0,05	0,06	0,17	*	0,06	0,16	0,22	0,11
Edmonton, Alta.	0,20	0,11	0,32	0,14	*	*	0,21	0,22	*	0,05	*	*	0,11
Halifax, N.-É.	*	0,35	0,09	0,06	*	*	0,29	0,10	0,09	*	0,09	0,15	0,11
Moncton, N.-B.	0,32	0,16	0,25	0,37	0,35	0,07	0,39	0,14	0,38	0,17	*	*	0,22
Montréal, P.Q.	0,10	*	0,09	*	0,27	*	*	0,29	0,16	*	*	0,05	0,09
Ottawa, Ont.	0,15	*	0,04	0,09	0,18	0,15	-	0,12	0,39	*	0,24	0,04	0,13
Québec, Qué.	0,39	0,11	0,13	0,52	0,38	*	0,06	0,14	0,25	0,16	*	*	0,18
Regina, Sask.	0,11	0,33	*	0,26	*	*	*	*	0,27	*	*	0,25	0,11
Saint-Jean, T.-N.	0,23	*	0,17	*	0,22	*	0,48	0,13	*	0,16	*	*	0,13
Saskatoon, Sask.	0,15	*	*	*	0,10	0,11	*	0,13	*	0,23	*	*	0,07
Sault-Ste-Marie, Ont.	0,37	*	0,37	0,33	0,11	0,10	0,34	0,11	*	0,06	0,40	0,10	0,19
Thunder Bay, Ont.	*	0,10	0,19	0,39	0,22	0,08	0,35	*	*	0,21	0,42	0,08	0,18
Toronto, Ont.	0,08	*	0,15	0,12	*	0,17	0,26	0,36	0,19	*	*	*	0,12
Truro, N.-É.	0,08	*	0,21	0,34	0,27	*	0,06	0,09	*	0,10	*	*	0,10
Vancouver, C.-B.	0,14	*	0,23	0,34	0,07	0,14	*	0,24	*	0,05	0,12	*	0,12
Windsor, Ont.	*	0,14	-	-	-	-	*	0,19	*	*	0,06	0,17	0,08
Winnipeg, Man.	*	0,27	0,15	0,12	0,23	0,05	0,10	0,08	0,22	*	*	*	0,11
Whiteshell - A	0,23	0,26	0,19	0,21	0,22	0,13	0,22	0,04	0,13	0,07	0,19	0,10	0,17
Whiteshell - B	0,17	0,25	0,20	0,04	0,20	0,24	0,13	0,08	0,07	0,07	0,19	*	0,14
Bruce - A	0,23	0,32	0,28	0,11	0,04	0,13	0,08	0,09	0,08	*	0,09	0,09	0,13
Bruce - B	0,26	0,27	0,19	0,14	0,11	0,10	0,07	0,04	0,17	*	0,12	*	0,13
Moyenne nationale	0,16	0,14	0,17	0,20	0,15	0,08	0,16	0,13	0,12	0,07	0,11	0,07	0,13

- Pas d'échantillon

* Inférieur à la limite de détection de 0,04 Bq/L

Tableau 4. Taux de tritium dans la vapeur d'eau de l'air à proximité des centrales nucléaires - 1982

(Becquerels par mètre cube d'air)

Station	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne annuelle
Gentilly													
Point:													
1 - 11,5 km NNE	*	-	*	*	*	*	*	*	0,18	*	*	*	0,05
2 - 6,5 km NNE	0,05	*	0,04	*	*	*	*	*	0,13	*	*	*	0,04
3 - 5 km NNW	*	0,04	*	*	*	*	*	0,19	0,15	*	*	*	0,05
4 - 7 km SW	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,03
5 - 6,5 km ENE	*	*	*	*	*	*	*	*	0,12	*	*	*	0,04
6 - 12,5 km NE	*	*	0,04	*	*	*	*	*	0,14	*	*	*	0,04
Bruce													
Point:													
2 - 3,5 km ESE	0,07	*	2,21	0,08	4,87	1,48	5,41	2,17	2,73	0,87	0,91	0,08	1,74
3 - 4 km S	0,24	0,88	2,03	3,36	1,50	11,40	*	1,15	2,74	0,41	0,11	0,10	2,00
4 - 8 km SE	0,18	0,07	1,14	0,06	3,54	*	2,90	4,19	*	0,71	*	0,19	1,09
5 - 8 km ESE	0,16	0,26	0,76	0,90	1,30	1,49	1,78	1,75	4,35	0,25	0,80	0,10	1,16
6 - 40 km SE	*	*	0,14	*	1,49	0,18	*	0,27	0,53	0,14	0,18	*	0,25
Pickering													
Point:													
1 - 1 km NNW	1,59	0,77	3,86	1,01	2,17	2,16	1,09	0,71	3,96	0,14	1,98	1,48	1,74
2 - 1,5 km NW	0,39	0,48	0,66	1,01	0,98	0,98	2,19	4,02	4,89	0,28	0,49	0,05	1,37
3 - 2 km NNW	0,70	0,38	0,58	0,73	1,16	1,16	2,57	1,62	4,91	3,02	0,44	0,28	1,46
5 - 1 km E	9,74	2,16	0,19	-	2,72	2,72	3,46	3,53	3,60	3,29	5,68	1,61	3,70
6 - 13 km NW	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,70
7 - 33 km SW	0,05	-	*	*	*	*	*	*	0,86	0,36	0,11	0,08	0,16

- Pas d'échantillon

* Inférieur à la limite de détection de 0,1 Bq/m^3 pour mai-sept. et 0,4 Bq/m^3 pour oct.-avr.

Tableau 5. Taux de césium-137 dans l'eau non traitée à proximité des centrales nucléaires - 1982

(Millibecquerels par litre)

Station	Premier trimestre	Deuxième trimestre	Troisième trimestre	Quatrième trimestre	Moyenne annuelle
Rivière Winnipeg					
1) Pinawa	2	*	*	2	2
2) Lac du Bonnet	4	2	2	7	4
3) Great Falls	2	3	8	7	5
Lac Huron					
1) Port Elgin	3	*	2	1	1
2) Kincardine	3	2	2	5	3
Lac Ontario					
1) Toronto	3	*	2	4	2
2) Ajax	3	1	*	3	2
Rivière des Outaouais					
1) Rolphton	3	4	3	7	4
2) Deep River	3	3	3	4	3
3) Petawawa	3	4	3	3	3
4) Pembroke	4	2	5	7	4
5) Ottawa	2	3	4	4	3
Fleuve Saint-Laurent					
1) Becancour	*	2	3	2	2
2) Grondines	1	2	2	5	3
3) St. Romuald	3	1	2	3	2

* Inférieur à la limite de détection de 1 millibecquerel par litre

Tableau 6. Taux de strontium-90 dans l'eau non traitée à proximité des centrales nucléaires - 1982

(Millibecquerels par litre)

Station	Premier trimestre	Deuxième trimestre	Troisième trimestre	Quatrième trimestre	Moyenne annuelle
Rivière Winnipeg					
1) Pinawa	38	12	19	24	23
2) Lac du Bonnet	25	27	26	30	27
3) Great Falls	12	24	15	10	16
Lac Huron					
1) Port Elgin	7	18	19	13	14
2) Kincardine	11	13	10	4	9
Lac Ontario					
1) Toronto	12	16	17	18	16
2) Ajax	12	11	20	13	14
Rivière des Outaouais					
1) Rolphton	16	13	18	21	17
2) Deep River	13	14	16	16	15
3) Petawawa	14	5	6	13	10
4) Pembroke	14	10	12	13	12
5) Ottawa	12	5	18	13	12
Fleuve Saint-Laurent					
1) Becancour	15	4	10	8	9
2) Grondines	6	23	14	14	14
3) St. Romuald	12	10	14	17	13

* Inférieur à la limite de détection de 1 millibecquerel par litre

Tableau 7. Taux de tritium dans la vapeur d'eau de l'air
Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau
Échantillons recueillis par la New Brunswick Electric Power Commission

(Becquerels par mètre cube d'air)

		Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1977	A	-	-	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
	B	-	-	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
1978	A	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
	B	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
1979	A	-	-	*	*	-	*	*	*	*	-	0,08	0,09
	B	-	-	*	*	-	*	*	*	*	-	0,09	0,08
1980	A	-	0,31	0,29	0,53	0,49	-	-	-	-	-	-	-
	B	0,07	0,23	0,28	0,32	0,44	*	*	-	-	-	-	-
1981	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46	-	-
	B	*	*	-	*	-	-	*	*	-	*	-	-
1982	A	-	-	-	*	-	-	*	*	0,19	*	*	*
	B	-	-	-	0,26	*	*	*	*	*	*	*	*

A - Welch Cove

B - Dipper Harbour

-- - Pas d'échantillon

* - Inférieur à la limite de détection de 20 Bq/L d'eau

Tableau 8. Taux de tritium dans la vapeur d'eau de l'air
Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau
Échantillons recueillis par la Division des dangers des rayonnements du milieu

(Becquerels par mètre cube d'air)

Station	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1980												
1. 2,6 km NNW	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*
2. 4,8 km NNE	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	-
3. 9,7 km NW	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*
4. 19,3 km NNE	-	-	-	-	-	*	-	*	-	*	*	0,10
5. 29 km NE	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*
6. 131 km N	-	-	-	-	-	1,4	0,26	*	-	*	*	*
7. 98 km SE	-	-	-	-	-	-	*	-	-	*	*	*
8. 105 km ESE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981												
1. 2,6 km NNW	0,09	*	*	*	*	*	1,17	*	*	*	*	*
2. 4,8 km NNE	*	*	*	*	*	*	*	*	0,39	*	*	*
3. 9,7 km NW	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4. 19,3 km NNE	*	0,69	*	*	0,09	*	0,33	*	0,82	0,06	*	*
5. 29 km NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6. 131 km N	*	*	*	0,10	*	*	*	*	*	*	*	*
7. 98 km SE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8. 105 km ESE	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*
1982												
1. 2,6 km NNW	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2. 4,8 km NNE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3. 9,7 km NW	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4. 19,3 km NNE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,09	*	*
5. 29 km NE	*	*	*	0,22	*	*	*	*	*	*	*	*
6. 131 km N	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,07	*	*
7. 98 km SE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8. 105 km												

- Pas d'échantillon

* Inférieur à la limite de détection de 0,2 Bq/m^3 pour mai-septembre et 0,04 Bq/m^3 pour octobre-avril

Tableau 9. Concentrations de radionucléides dans l'eau de boisson
Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau

(Millibecquerels par litre)

	1977			1978		1979			1980
	Juil.	Sept.	Oct.	Juil.	Oct.	Janv.	Mars	Juil.	Janv.
Spruce Lake									
Cs-137	11	11	10	6	6	4	2	6	7
Sr-90	23	30	25	22	20	9	10	21	20
Welch Cove									
Cs-137	*	*	*	*	6	5	1	5	*
Sr-90	1	1	3	*	1	3	*	*	1

* - Inférieur à la limite de détection de 1 mBq/L

Tableau 10. Concentrations de radionucléides dans le lait
Surveillance avant la mise en opération, centrale nucélaire de Point Lepreau

(Becquerels par litre)

	1977			1978				
	Juil.	Oct.	Nov.	Janv.	Mars	Juin	Août	Oct.
Cs-137	1,96	2,14	1,09	0,89	0,56	2,27	1,70	1,13
Sr-90	0,64	NA	0,57	0,60	0,74	0,98	0,64	0,59

NA - Non analysé

Tableau 11. Concentrations de radionucléides dans la faune et la flore
Surveillance avant la mise en opération, centrale nucléaire de Point Lepreau

Nom de l'espèce	Nombre d'échantillons	Cs-137 (Bq/kg pds. frais)	K (g/g cendre)	Sr-90 (Bq/kg pds. frais)	Ca (g/g centre)
Palourde	4	0,27	0,115	0,14	0,029
		0,13	0,143	0,14	0,044
		0,24	0,128	0,09	0,024
		0,18	0,142	0,11	0,020
Morue	1	1,06	0,300	NA	NA
Algue rouge	3	1,40	0,393	*	0,015
(rhodyménie		8,79	0,381	0,29	0,006
palmé)		4,32	0,311	3,64	0,006
Hareng	9	0,95	0,246	*	0,072
		3,56	0,238	*	0,058
		0,96	0,244	*	0,068
		4,21	0,255	*	0,058
		0,96	0,228	0,01	0,038
		0,82	0,247	*	0,043
		0,54	0,191	*	0,045
		0,56	0,247	0,01	0,035
		0,90	0,243	0,02	0,036
Homard	2	0,49	0,136	NA	NA
		0,29	0,145	NA	NA
	(foie)	0,21	0,096	NA	NA
Bigorneau	1	0,50	0,082	0,41	0,051

* - non décelable

NA - non analysé

Tableau 12. Débits de doses de rayonnement externe aux stations environnementales

Station	Taux de dose (µGy/h)				Dose cumulée (mGy)
	Janv. Mars	Avr. Juin	Juil. Sept.	Oct. Déc.	Janv. - Dec.
Calgary, Alta.	0,10±0,02	0,05±0,01	0,07±0,02	0,09±0,01	0,68±0,06
Churchill, Man.	0,06±0,02	0,06±0,02	0,08±0,02	0,07±0,02	0,59±0,08
Fredericton, N.-B.	0,09±0,02	0,07±0,01	0,08±0,01	0,07±0,01	0,68±0,05
Halifax, N.-É.	0,09±0,02	0,12±0,03	0,14±0,03	0,10±0,02	0,99±0,11
Inuvik, T. du N.-O.	0,07±0,01	0,07±0,02	0,09±0,02	0,07±0,02	0,65±0,07
Ottawa, Ont.	0,06±0,02	0,07±0,02	0,07±0,02	0,05±0,02	0,54±0,08
Saskatoon, Sask.	0,09±0,02	0,14±0,02	0,12±0,02	0,14±0,03	1,08±0,08
Saint-Jean, T.-N.	0,11±0,02	0,07±0,02	0,12±0,02	0,13±0,02	0,93±0,08
Thunder Bay, Ont.	0,09±0,02	0,09±0,02	0,10±0,02	0,09±0,02	0,82±0,08
Toronto, Ont.	0,09±0,02	0,08±0,02	0,09±0,02	0,08±0,02	0,74±0,08
Vancouver, C.-B.	0,06±0,02	0,06±0,02	0,06±0,02	0,07±0,02	0,65±0,07
Windsor, Ont.	0,07±0,02	0,07±0,01	0,08±0,02	0,06±0,02	0,61±0,07
Yellowknife, T. du N.-O.	0,10±0,02	0,13±0,03	0,11±0,02	0,12±0,02	1,00±0,10

Tableau 13. Débits de doses de rayonnement externe à proximité des centrales nucléaires - 1982

Station	Taux de dose (µGy/h)				Dose cumulée (mGy)
	Janv. Mars	Avr. Juin	Juil. Sept.	Oct. Déc.	Janv. - Déc.
Bruce					
2	0,07±0,02	0,07±0,02	0,06±0,02	0,08±0,02	0,61±0,08
3	0,10±0,02	0,09±0,02	0,06±0,02	0,08±0,02	0,73±0,08
4	0,05±0,02	0,12±0,02	0,05±0,02	0,07±0,02	0,63±0,08
5	0,08±0,02	0,07±0,02	0,07±0,02	0,08±0,01	0,66±0,07
6	0,11±0,02	0,09±0,02	0,12±0,03	0,13±0,02	0,98±0,10
Pickering					
2	0,06±0,02	0,08±0,02	0,08±0,02	-	0,64±0,08
3	0,07±0,02	0,08±0,02	0,09±0,02	-	0,71±0,08
5	0,08±0,01	0,08±0,02	0,09±0,02	-	0,74±0,07
6	0,09±0,02	-	-	-	-
7	0,08±0,02	0,08±0,02	0,09±0,02	0,08±0,02	0,74±0,08
Gentilly					
1	0,05±0,02	0,10±0,02	0,08±0,02	0,07±0,01	0,66±0,07
4	0,07±0,02	0,07±0,02	0,07±0,02	0,08±0,02	0,63±0,88

- Pas d'échantillon

Tableau 14. Concentrations de radium-226 dans l'eau de boisson - 1982

(Millibecquerels par litre)

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Nouveau-Brunswick												
Edmunston	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*
Fredericton	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*
Moncton	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*
Nouvelle-Écosse												
Halifax	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-
Ontario												
Bancroft	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-
Elliot Lake (traitée)	28	29	26	27	22	21	17	15	13	15	16	16
Elliot Lake (non traitée)	9	17	10	18	17	17	11	12	18	10	13	12
Ottawa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Port Hope	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7
Saskatchewan												
Regina	5	7	*	*	*	*	*	*	*	9	*	*
Saskatoon	*	*	*	*	*	6	*	-	-	-	-	-
Yukon												
Whitehorse	*	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-

- Pas d'échantillon

* Inférieur à la limite de détection de 5 mBq/L

Tableau 15. Concentrations d'uranium dans l'eau de boisson - 1982

(Microgrammes par litre)

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Nouveau-Brunswick												
Edmunston	-	-	-	-	-	-	-	-	*	0,2	ND	0,9
Fredericton	-	-	-	-	-	-	-	0,3	1,2	1,4	0,5	1,2
Moncton	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	*	0,4	0,5
Nouvelle-Écosse												
Halifax	*	*	0,3	0,4	*	0,4	0,5	-	-	-	-	-
Ontario												
Bancroft	0,2	*	0,1	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Elliot Lake (traitée)	1,1	1,0	1,6	1,9	2,2	2,2	1,4	2,3	2,8	2,0	1,6	2,1
Elliot Lake (non traitée)	0,6	2,0	1,0	2,0	1,6	1,7	0,8	1,1	0,8	2,2	2,3	0,6
Ottawa	0,3	0,2	*	1,0	0,9	*	0,8	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Port Hope	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,0	1,1	2,4	0,5	1,1	1,4	1,5
Saskatchewan												
Regina	8,6	9,6	7,4	8,7	6,1	7,4	7,8	10,5	8,1	7,9	8,1	8,3
Saskatoon	1,7	1,7	2,0	2,2	2,6	1,1	2,1	-	-	-	-	-
Yukon												
Whitehorse	1,2	2,1	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-

- - Pas d'échantillon

* - Inférieur à la limite de détection de 0,1 µg/L

ND - Non décelable

Tableau 16. Résumé des doses et des risques présumés déterminés au moyen du programme de surveillance de la radioactivité du milieu au cours de l'année 1982

Mode d'exposition	Limites des doses (µSv)	Emplacement du maximum	Risque présumé
Rayonnement gamma externe	500 - 1000	Saskatoon	10^{-5}
Radioactivité naturelle dans l'eau de boisson (^{226}RA,U)	1 - 6	Elliot Lake, Regina	10^{-7}
Produits de fission dans l'eau de boisson (^{90}Sr, ^{137}Cs)	0,2 - 1	Rivière Winnipeg	10^{-8}
Produits de fission dans le lait (^{137}Cs)	0,2 - 0,5	Moncton	10^{-8}
Tritium dans la vapeur d'eau atmosphérique	0,01 - 2	Bruce	10^{-8}

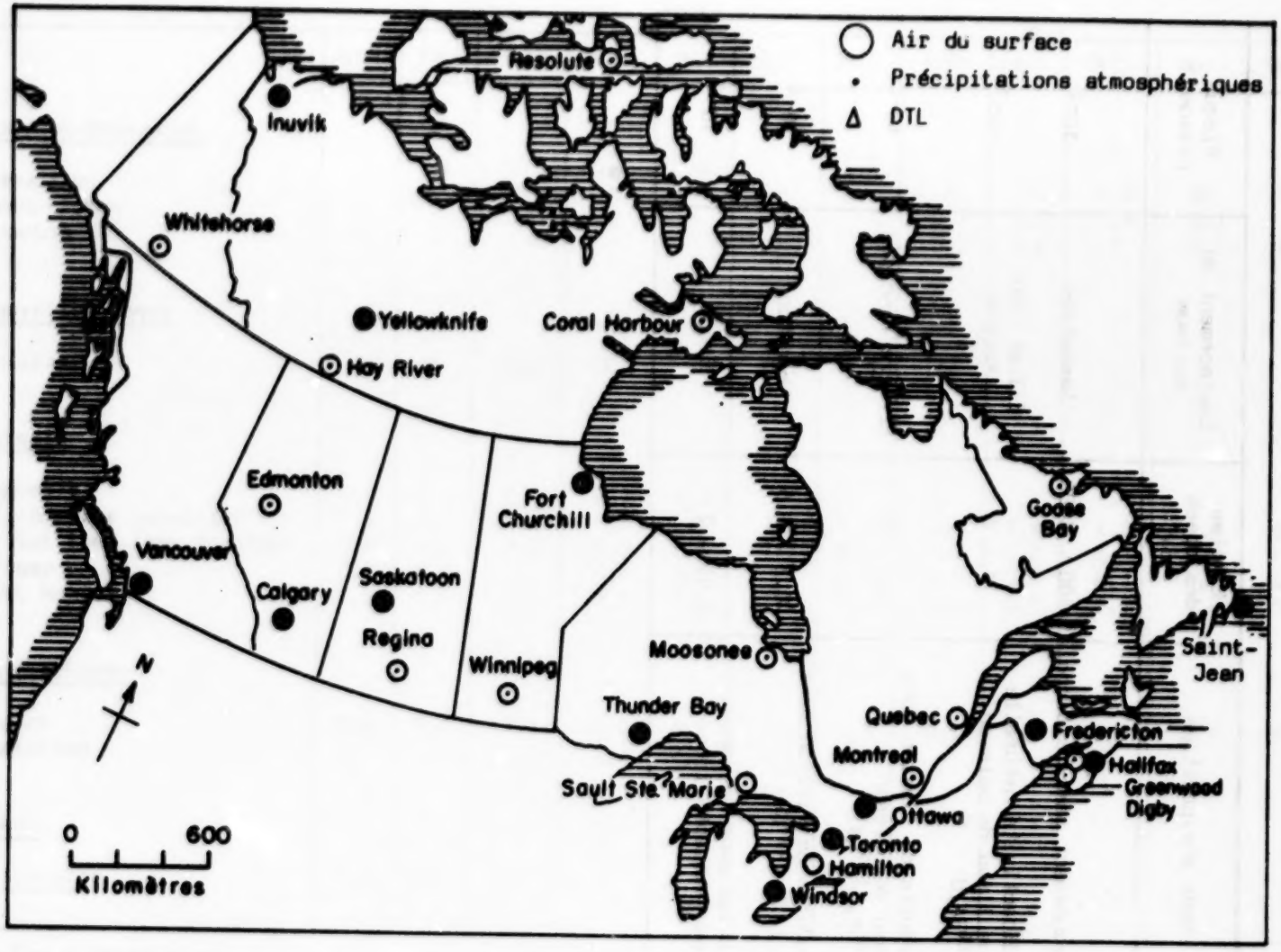

Figure 1. Réseau canadien de stations d'échantillonnage - Air, précipitations atmosphériques et DTL

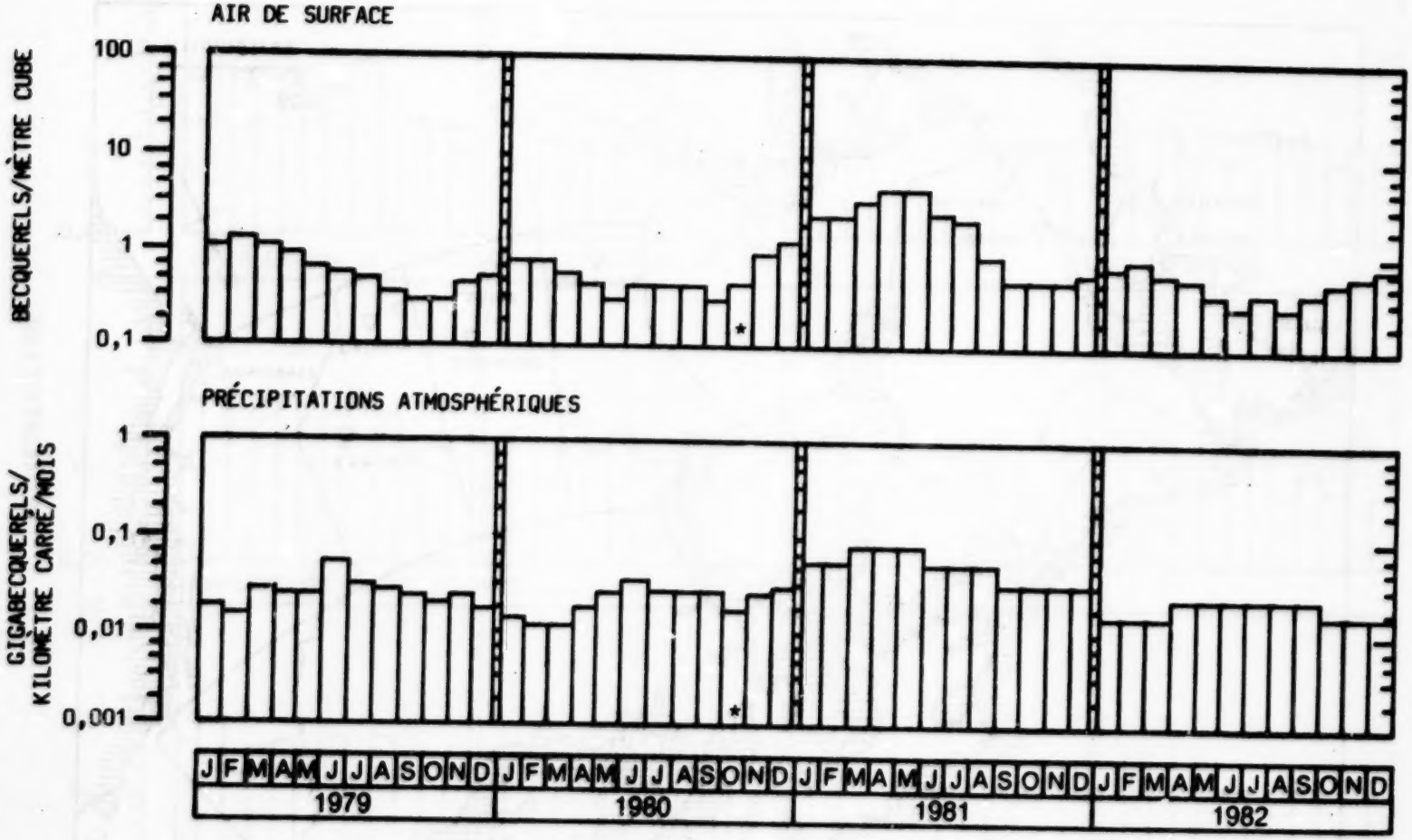

Figure 2. Radioactivité bêta globale, moyennes nationales 1979-1982

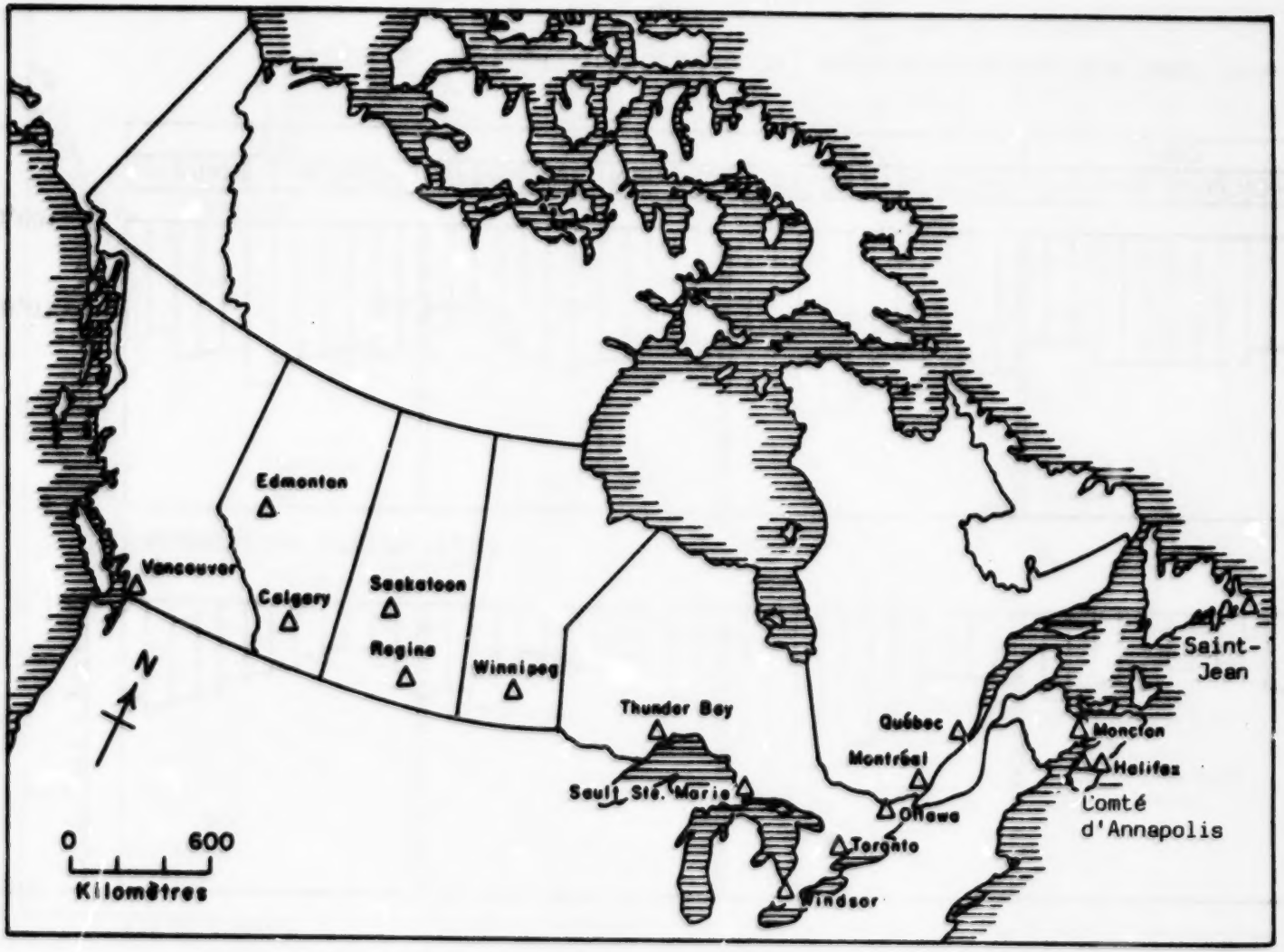

Figure 3. Réseau canadien de stations d'échantillonnage - Lait

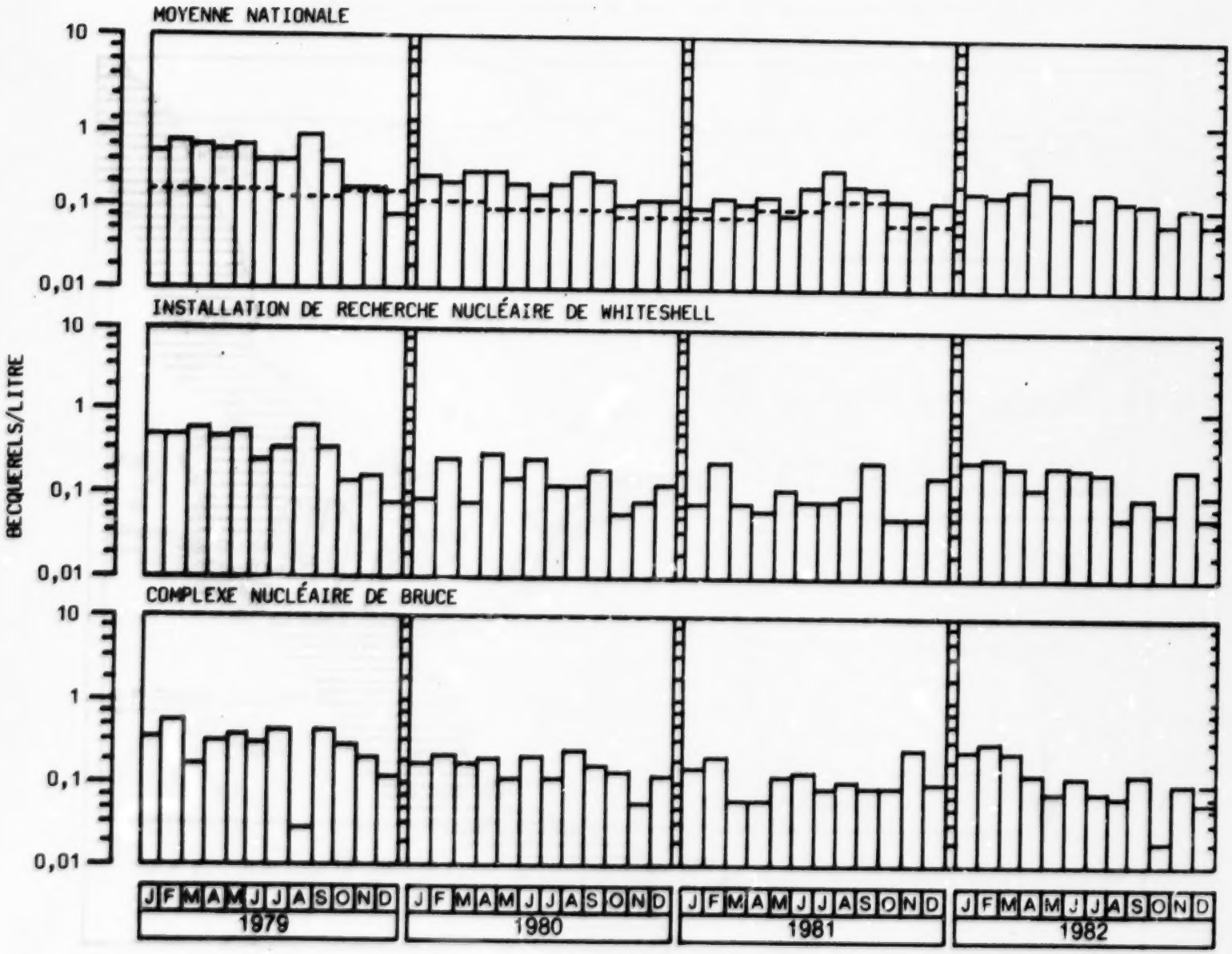

Figure 4. Teux de radionucléides dans le lait, 1979-1982

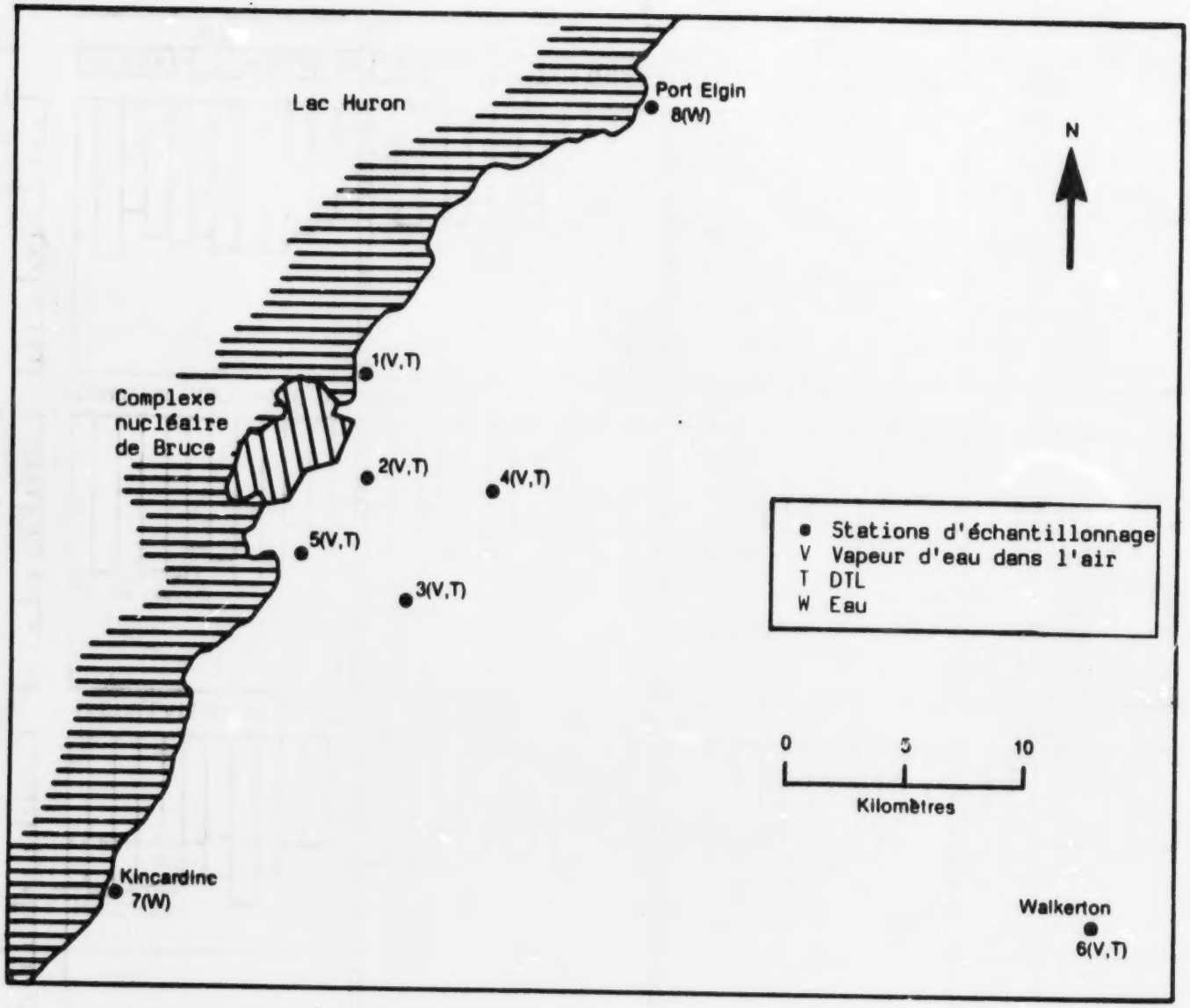

Figure 5. Stations d'échantillonnage à proximité du complexe nucléaire de Bruce

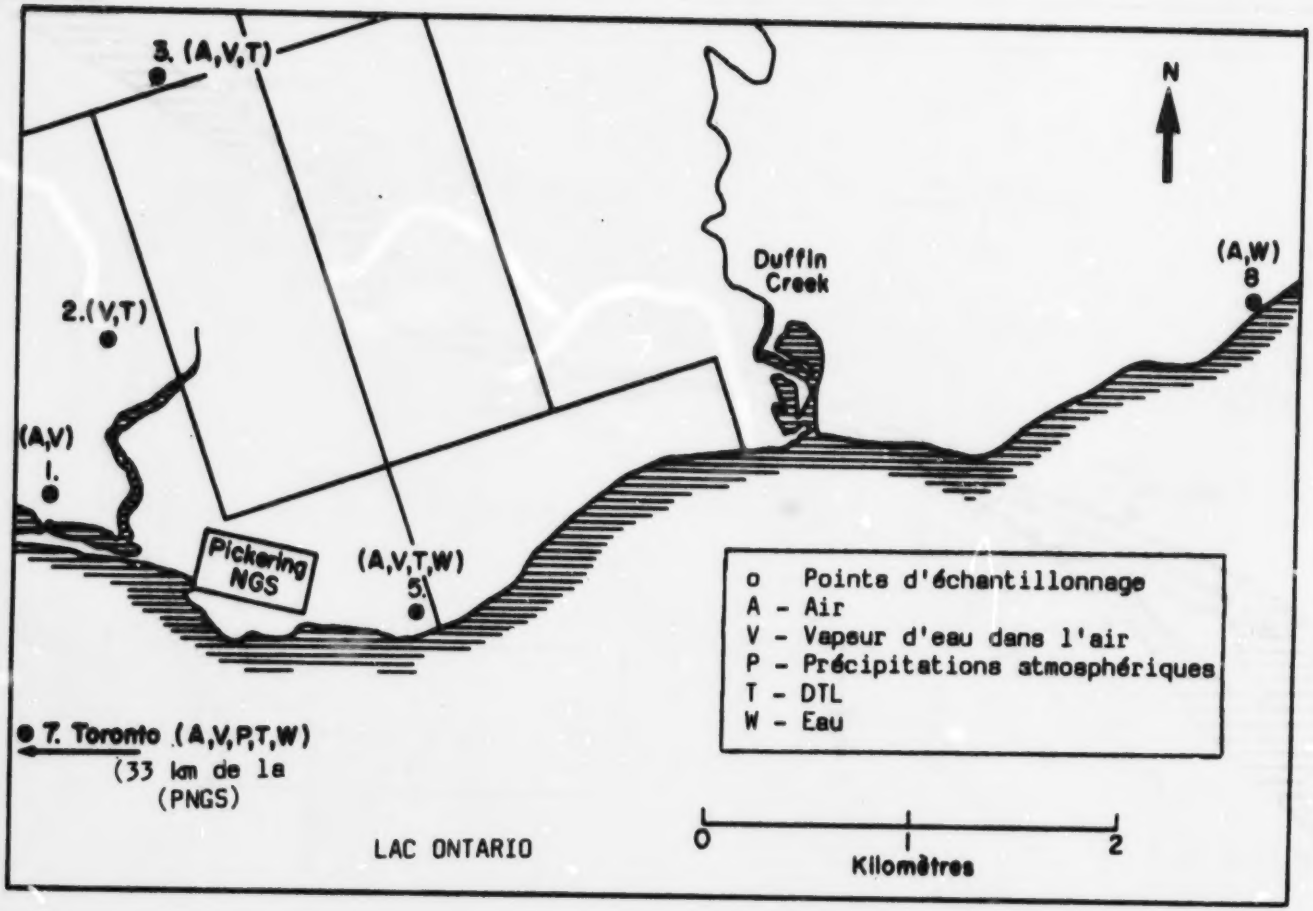

Figure 6. Stations d'échantillonnage à proximité de la centrale nucléaire de Pickering

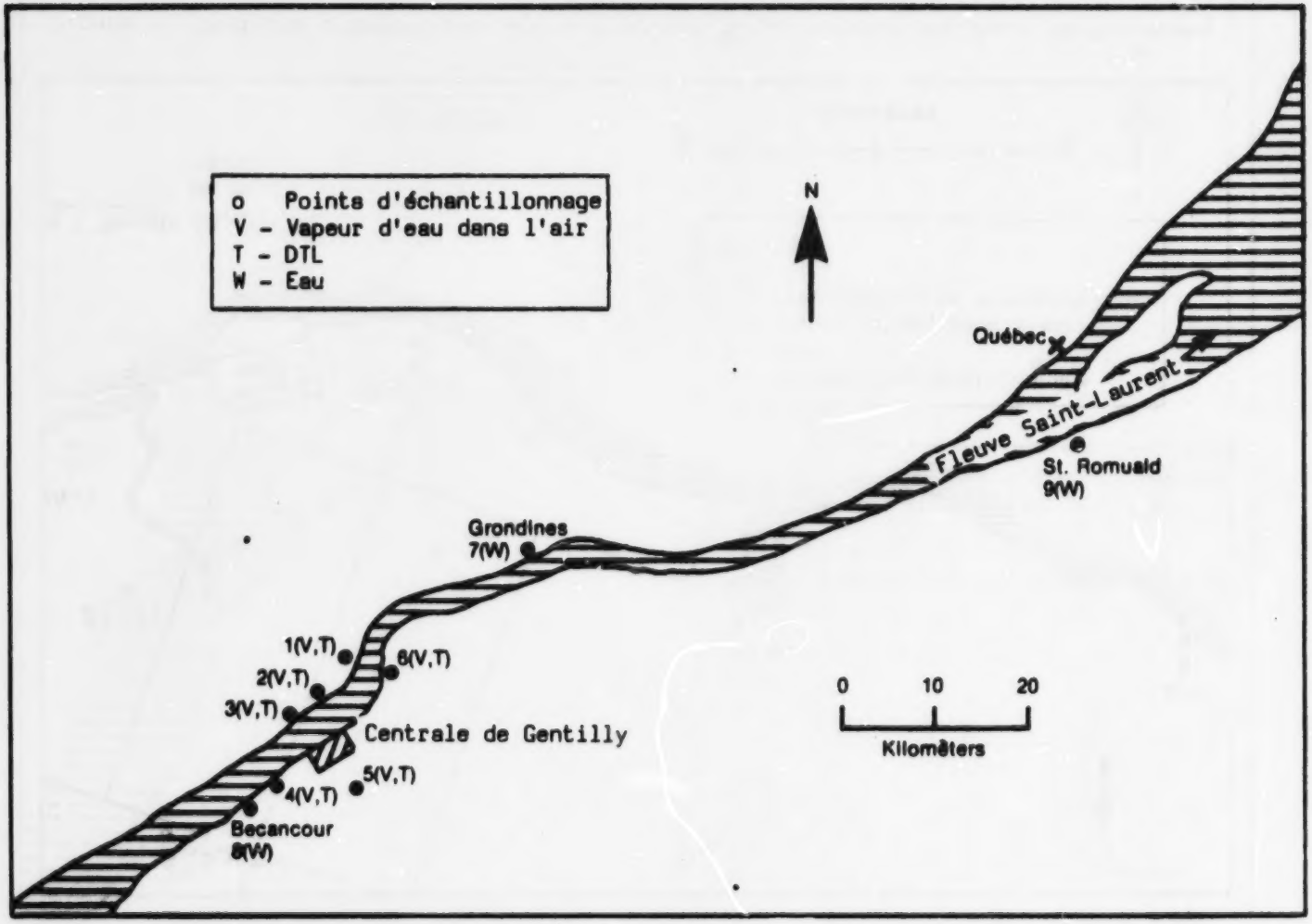

Figure 7. Stations d'échantillonnage à proximité de la centrale de Gentilly

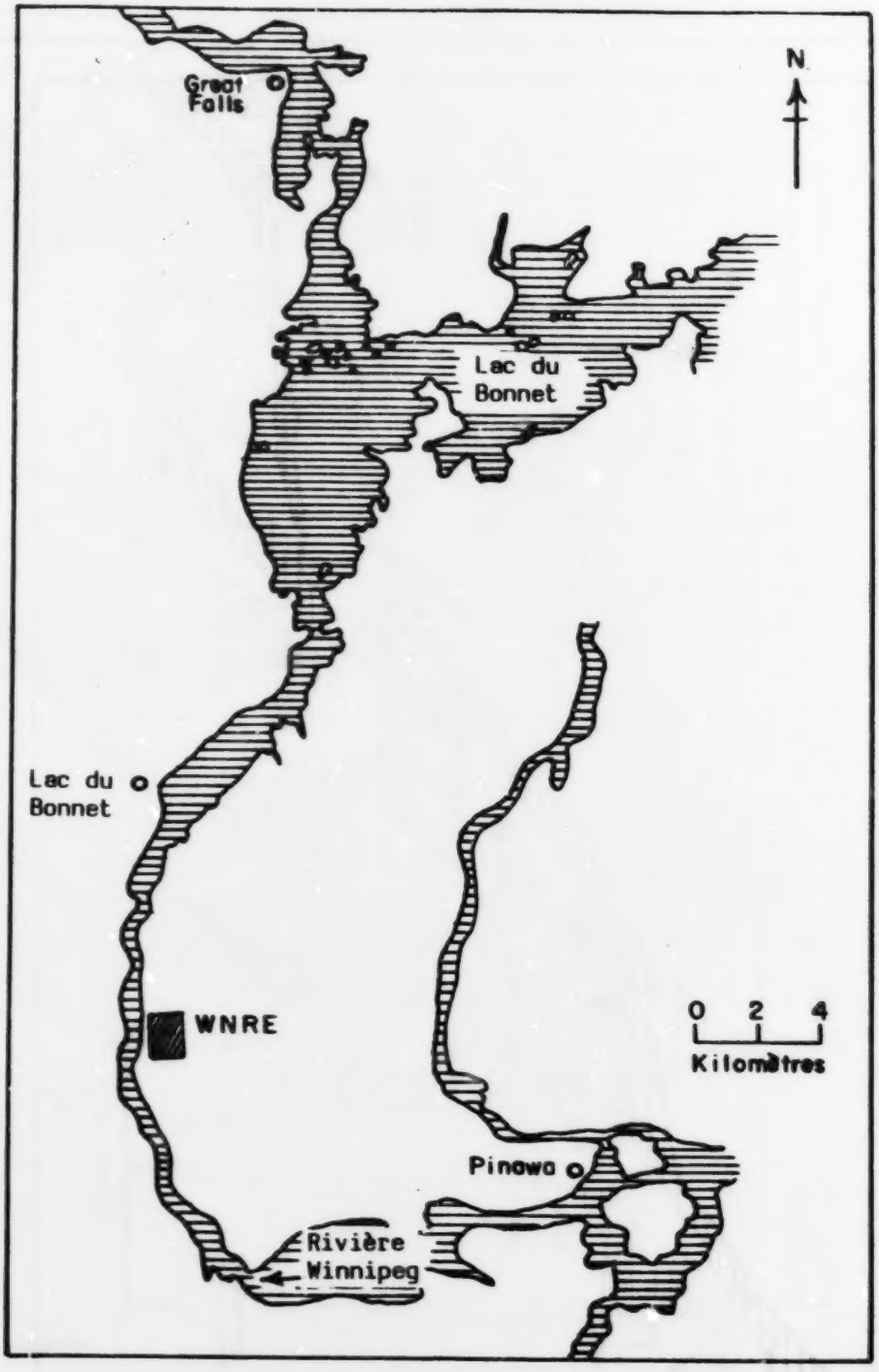

Figure 8. Points d'échantillonnage sur la rivière Winnipeg - Eau de boisson

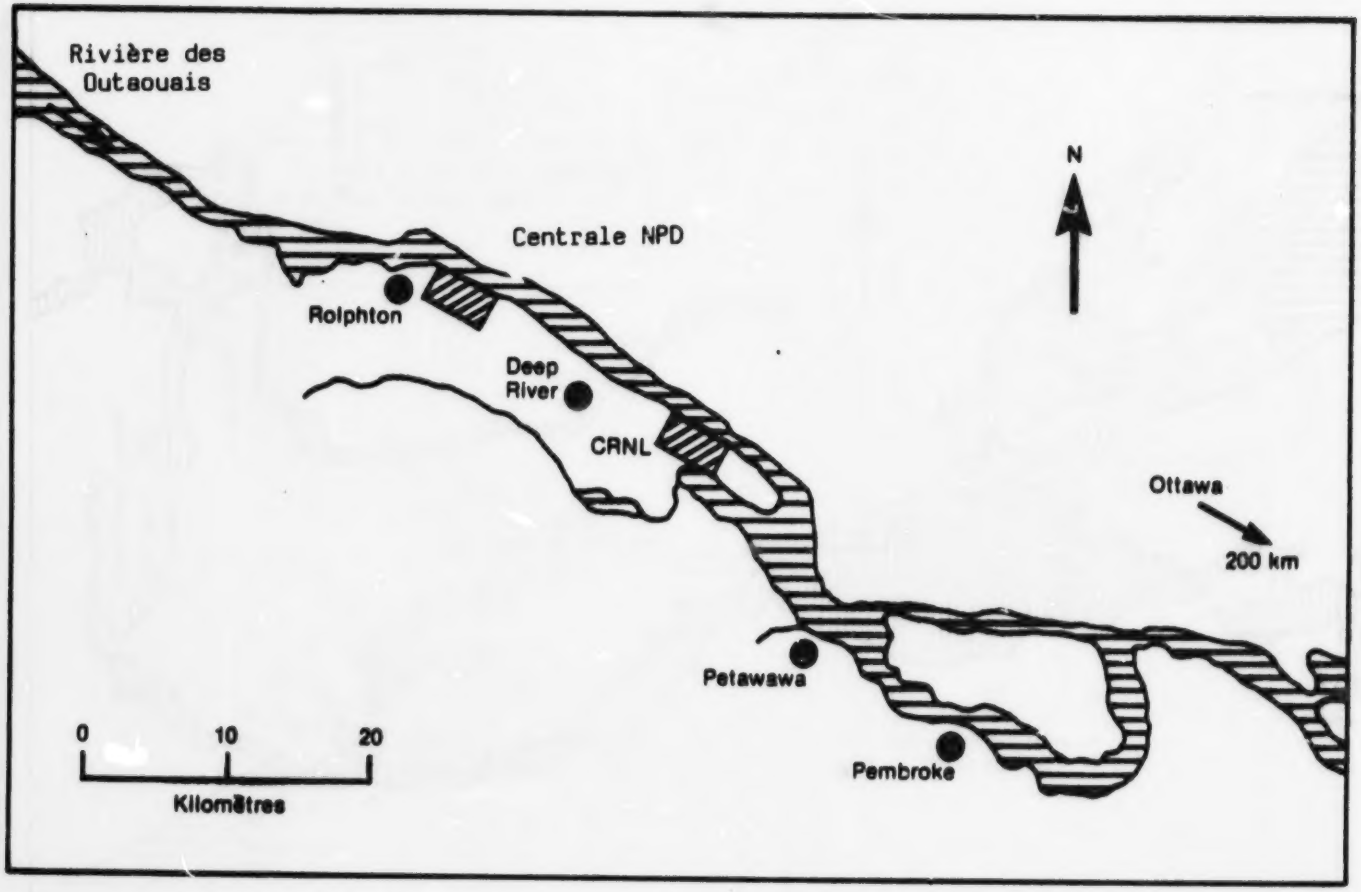

Figure 9. Points d'échantillonnage sur la rivière des Outaouais - Eau de boisson

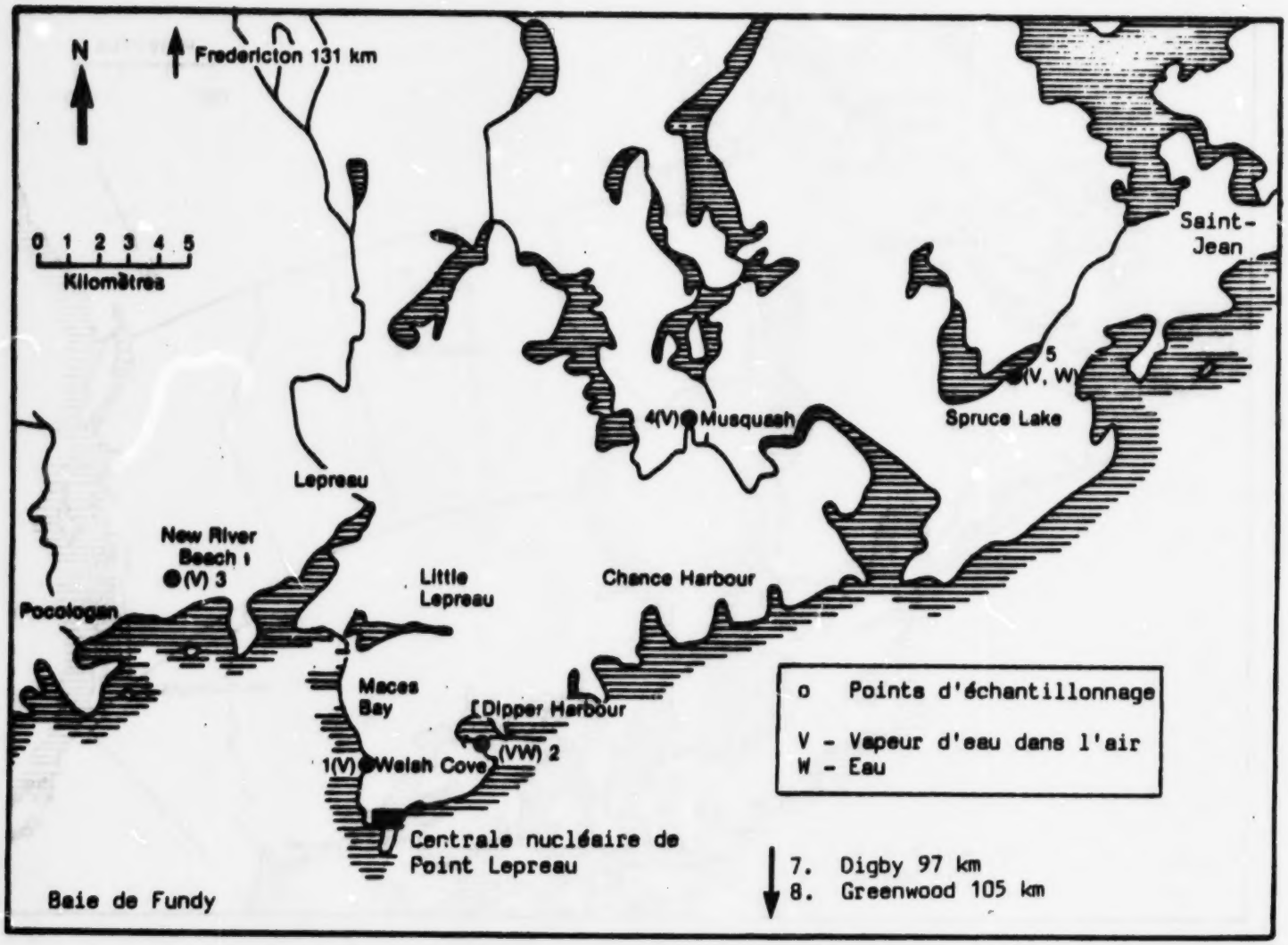

Figure 10. Points d'échantillonnage à proximité de la centrale nucléaire de Point Lepreau

Figure 11. Réseau canadien de stations d'échantillonnage - Eau de boisson